

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2003-338497

(43) Date of publication of application : 28.11.2003

(51) Int. Cl.

H01L 21/31

H01L 21/283

H01L 21/316

(21)Application number : 2002-146511

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22) Date of filing : 21.05.2002

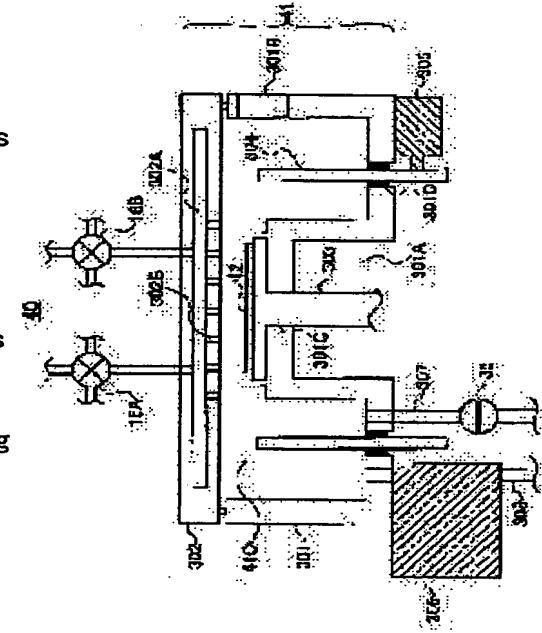
(72) Inventor : ARAMI JIYUNICHI

(54) SYSTEM AND METHOD FOR PROCESSING SUBSTRATE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ALD film deposition system operable with a high throughput by enhancing the exhaust rate.

SOLUTION: The substrate processing system comprises a processing container provided with a stage 303 for holding a substrate 12 being processed, and a movable wall 304 for dividing the processing container. The substrate processing system further comprises a first exhaust system 307, and a second exhaust system 308 having a higher exhaust rate. When the exhaust systems are used properly, a high gas exhaust rate can be attained at the time of exhausting gas while sustaining the flow of required supply gas along the substrate being processed at the time of growing a film and the processing speed of the substrate is enhanced greatly.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The processing container equipped with the substrate maintenance base holding a processed substrate, and 1st processing space and 2nd processing space formed with the movable separating wall in said processing container, The 1st gas supply system which supplies the 1st raw gas to said 1st processing space, The 2nd gas supply system which supplies the 2nd raw gas to said 1st processing space, The 1st exhaust air system combined with said 1st processing space, and the 2nd exhaust air system combined with said 2nd processing space, It has the drive system to which said movable separating wall is moved between the 1st condition and the 2nd condition. It is the substrate processor characterized [in / said 1st processing space and said 2nd processing space are separated, and / said 2nd condition] by connecting said 1st processing space and said 2nd processing space in said 1st condition of said movable separating wall.

[Claim 2] Said 2nd exhaust air system is a substrate processor according to claim 1 characterized by exhaust velocity being higher than said 1st exhaust air system.

[Claim 3] Said 2nd exhaust air system is a substrate processor according to claim 2 characterized by including a turbo molecular pump.

[Claim 4] It has the control system which furthermore controls a drive system, and said said the 1st gas supply system and said 2nd gas supply system. Said control system sets a drive system, and said said the 1st gas supply system and said 2nd gas supply system in said 1st condition of said movable separating wall. The 1st step at which said 1st raw gas is introduced into said 1st processing space from said 1st gas supply system, The 2nd step which makes said movable separating wall change in said 2nd condition after said 1st step, The 3rd step at which said movable separating wall is made to change in said 1st condition after said 2nd step, and said 2nd raw gas is introduced into said 1st processing space from said 2nd gas supply system, A substrate processor given [among claims 1–3 characterized by controlling said movable separating wall sequentially after said 3rd step to the 4th step which makes said 2nd condition change] in any 1 term.

[Claim 5] Said movable wall is a substrate processor given [among claims 1–4 characterized by engaging with the covering device of said processing container in said 1st condition] in any 1 term.

[Claim 6] It is a substrate processor given [among claims 1–5 which said the 1st gas supply system and said 2nd gas supply system are connected to the shower head in said 1st processing space, and are characterized by introducing said 1st and 2nd raw gas from said shower head in said 1st processing space] in any 1 term.

[Claim 7] Said movable wall is a substrate processor according to claim 6 characterized by engaging with said some of shower heads in said 1st condition.

[Claim 8] Said 1st exhaust air system is a substrate processor given [among claims 1–7 characterized by the ability to form the flow which met said processed substrate in the 1st and 2nd distributed gas which has the adjusting device of conductance and is introduced from said JAWA head] in any 1 term.

[Claim 9] The processing container equipped with the substrate maintenance base holding a

processed substrate, and 1st processing space and 2nd processing space formed with the movable separating wall in said processing container, The 1st gas supply system which supplies the 1st raw gas to said 1st processing space, The 2nd gas supply system which supplies the 2nd raw gas to said 1st processing space, The 1st exhaust air system combined with said 1st processing space, and the 2nd exhaust air system combined with said 2nd processing space, It has the drive system to which said movable separating wall is moved between the 1st condition and the 2nd condition. In said 1st condition of said movable separating wall, said 1st processing space and said 2nd processing space are separated. It is a substrate art using the substrate processor with which said 1st processing space and said 2nd processing space are connected in said 2nd condition. (A) The process which supplies the 1st raw gas from said 1st gas supply system all over said 1st processing space in said 1st condition, and is exhausted from said 1st exhaust air system, (B) After said process (A) and in said 2nd condition said 1st processing space by said 2nd exhaust air system After the process exhausted through said 2nd processing space, and the (C) aforementioned process (B), The process which supplies said 2nd raw gas from said 1st raw gas supply system all over said 1st processing space in said 1st condition, and is exhausted from said 1st exhaust air system, (D) Substrate art characterized by consisting of a process which exhausts said 1st processing space through said 2nd processing space after said process (C) in said 2nd condition by said 2nd exhaust air system.

[Claim 10] It is the substrate art according to claim 9 characterized by carrying out the vacuum purge of said 1st processing space in said process (B) and (D).

[Claim 11] The substrate art according to claim 9 or 10 characterized by adsorbing said processed substrate front face in the raw gas molecular layer which consists of said 1st raw gas molecule, and for said raw gas molecular layer reacting to it with said 2nd raw gas at said process (C), and forming the layer of the thickness of one atomic layer in it substantially on said processed substrate front face at said process (A).

[Claim 12] A substrate art given [among claims 9-11 characterized by including further the process (E) which introduces inert gas in the 1st condition of said movable separating wall before said process (D) after said process (C) said process (B) front after said process (A) in said 1st processing space] in any 1 term.

[Claim 13] The substrate art according to claim 12 to which the residual gas in said 1st processing space is characterized by being exhausted by said 2nd exhaust air system through said 2nd processing space with said inert gas at said process (E).

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to the substrate processor and substrate art which start a semiconductor device, especially have a high dielectric film and which are overly used for manufacture of a detailed-sized high-speed semiconductor device.

[0002] In today's ultra high-speed semiconductor device, gate length 0.1 micrometers or less is becoming possible with an advance of a detailed-sized process. Although the working speed of a semiconductor device generally improves with detailed-ization, it is necessary with compaction of the gate length by detailed-sizing to decrease the thickness of gate dielectric film in the semiconductor device made detailed very much in this way according to a scaling law.

[0003] However, although it is necessary to also set the thickness of gate dielectric film as less than [1–2nm or it] when SiO₂ is used if gate length is set to 0.1 micrometers or less, in such very thin gate dielectric film, the problem on which tunnel current increases and a gate leakage current increases as a result is nonavoidable.

[0004] Even if specific inductive capacity is farther [than the thing of SiO₂ film] larger than before under such a situation and actual thickness is large for this reason, it is proposed that the thickness at the time of converting into SiO₂ film applies high dielectric materials like small Ta₂O₅, aluminum₂O₃, and ZrO₂, HfO₂, ZrSiO₄ and HfSiO₄ to gate dielectric film. By using such high dielectric materials, gate length can use the gate dielectric film of the thickness not more than 1–2nm or it also in 0.1 micrometers or less and a very detailed ultra high-speed semiconductor device, and can control the gate leakage current by the tunnel effect.

[0005] In case such high dielectric gate dielectric film is formed on Si substrate, in order to control that the metallic element which constitutes high dielectric gate dielectric film is spread in Si substrate, thickness needs to form SiO₂ film 0.8nm or less as a base oxide film on said Si substrate typically, and needs to form 1nm or less of said high dielectric gate dielectric film on this very thin SiO₂ base oxide film. In that case, said high dielectric gate dielectric film must be formed so that defects, such as interface state density, may not be formed into the film.

Moreover, in case this high dielectric gate dielectric film is formed on said base oxide film, it is desirable to change a high dielectric from the presentation which is mainly concerned with SiO₂ toward a high dielectric gate-dielectric-film top principal plane from the side which touches said base oxide film in a presentation to the presentation with which it is mainly concerned gradually.

[0006] If it is going to form high dielectric gate dielectric film so that a defect may not be included, the plasma process in which a charged particle participates cannot be used. For example, if this high dielectric gate dielectric film is formed by the plasma-CVD method, the defect which acts as a trap of a hot carrier will be formed as a result of a plasma damage into the film.

[0007] On the other hand, when it was going to form this high dielectric gate dielectric film with the heat CVD method, changing thickness sharply with the property of a base insulator layer used as a substrate was previously found out by the artificer of this invention. When it was going to form this high dielectric gate dielectric film with the conventional CVD method, and are put in another way and it forms [a film front face becomes irregular and] a gate electrode on gate

dielectric film with this irregular front face, the operating characteristic of a semiconductor device will deteriorate.

[0008]

[Description of the Prior Art] Then, the artificer of this invention proposed previously the substrate art and processor which are explained below that the above-mentioned technical problem should be solved.

[0009] Drawing 1 shows the configuration of the substrate processor 10 with which the artificer of this invention supplies by turns the raw gas proposed previously, and performs a membrane formation process. Such a membrane formation process may be called an atomic layer deposition process or an ALD process. In this process, supply the 1st material gas and 2nd material gas in the form of flow along a processed substrate front face by turns on a processed substrate, the material gas molecule in the 1st material gas is made to stick to a processed substrate front face, and the film of the thickness for one molecular layer is formed by making this react with the material gas molecule in the 2nd material gas. By repeating this process, a quality dielectric film usable as gate dielectric film, especially a high dielectric film are formed in a processed substrate front face.

[0010] The raw gas inlets 13A and 13B which said substrate processor 10 separates the processed substrate 12, and counter mutually with reference to drawing 1, The processing container 11 equipped with the exhaust ports 14A and 14B of the shape of a long and slender slit which separates said processed substrate 12 and counters said raw gas inlets 13A and 13B, respectively is included. Said exhaust ports 14A and 14B are connected to a trap 100 through the conductance bulbs 15A and 15B, respectively, and said processing container 11 is exhausted through said trap 100.

[0011] Furthermore, said raw gas inlet 13A is adjoined, and another raw gas inlet 13C is formed in said processing container 11 so that said exhaust-port 14A may be countered.

[0012] Said raw gas inlet 13A is connected to the 1st outlet of change bulb 16A, and said change bulb 16A is connected to raw material container 20A which holds ZrCl₂ through 1st feeding Rhine 16a containing bulb 17A, mass flow rate controller 18A, and another bulb 19A.

Furthermore, said 1st feeding Rhine 16a is adjoined, and purge line 21a which supplies inert gas, such as Ar, is prepared including Bulbs 21A and 22A.

[0013] Furthermore, it connects with said change bulb 16A in sources of inert gas, such as Ar, and bulb purge line 23a containing the mass flow rate controllers 23A and 24A is connected, and the 2nd outlet of said change bulb 16A is connected to said trap 100 through purge line 100a.

[0014] Similarly, said raw gas inlet 13B is connected to the 1st outlet of change bulb 16B, and said change bulb 16B is connected to raw material container 20B which holds H₂O through 1st feeding Rhine 16b containing bulb 17B, mass flow rate controller 18B, and another bulb 19B.

Furthermore, said 1st feeding Rhine 16b is adjoined, and purge line 21b which supplies inert gas, such as Ar, is prepared including Bulbs 21B and 22B.

[0015] Furthermore, it connects with said change bulb 16B in sources of inert gas, such as Ar, and bulb purge line 23b containing the mass flow rate controllers 23B and 24B is connected, and the 2nd outlet of said change bulb 16B is connected to said trap 100 through purge line 100b.

[0016] Furthermore, said raw gas inlet 13C is connected to the 1st outlet of change bulb 16C, and said change bulb 16C is connected to bulb 17C, mass flow rate controller 18C, and raw material container 20C that holds SiCl₄ through 1st feeding Rhine 16c containing another bulb 19C. Furthermore, said 1st feeding Rhine 16c is adjoined, and purge line 21c which supplies inert gas, such as Ar, is prepared including Bulbs 21C and 22C.

[0017] Furthermore, it connects with said change bulb 16C in sources of inert gas, such as Ar, and bulb purge line 23c containing the mass flow rate controllers 23C and 24C is connected, and the 2nd outlet of said change bulb 16C is connected to said trap 100 through purge line 100c.

[0018] Moreover, control unit 10A which controls a membrane formation process is prepared in the substrate processor 10 of drawing 1, and the back controls said change bulbs 16A-16C and the conductance bulbs 15A and 15B so that drawing 4 - drawing 7 explain said control unit 10A.

[0019] Drawing 2 shows the detail of the part containing the processing container 11 of drawing 1. However, the part corresponding to drawing 1 is shown by the same reference mark among

drawing 2 .

[0020] With reference to drawing 2 , said processing container 11 has the inside reaction container 202 which consists of an outside container 201 which consists of aluminum etc., and quartz glass, and said inside reaction container 202 is formed in said outside container 201, and is stored all over the crevice covered with cover-plate 201A which constitutes said some of outside containers 201.

[0021] Said inside reaction container 202 consists said quartz bottom plate 202A of wrap quartz covering 202B wrap quartz bottom plate 202A and in said crevice in the base of said outside container 201 in said crevice, and circular opening 201D in which the substrate maintenance base 203 of the shape of a disk holding the processed substrate W is stored is further formed in the pars basilaris ossis occipitalis of said outside container. The heating device in which illustration is omitted is established all over said substrate maintenance base 203.

[0022] Said substrate maintenance base 203 is held free [vertical movement] free [rotation] by the substrate conveyance section 204 prepared in the lower part of said outside processing container 201 at coincidence. Said substrate maintenance base 203 is held possible [vertical movement] in between the top process location and the lowest substrate in-and-out locations, and, as for said process location, the front face of the processed substrate W on said maintenance base 203 is determined that it will carry out abbreviation coincidence with the front face of said quartz bottom plate 202A.

[0023] On the other hand, said substrate in-and-out location is set up corresponding to substrate carrying-in appearance opening 204A formed in the side-attachment-wall side of said substrate conveyance section 204. When said substrate maintenance base 203 descends to said substrate in-and-out location, said substrate carrying-in outlet 204A to conveyance arm 204B is inserted, the processed substrate W lifted from substrate maintenance base 203 front face by the lifter pin (not shown) is held and taken out, and it sends to the following process. Moreover, said conveyance arm 204B introduces the new processed substrate W into said substrate conveyance section 204 through said substrate carrying-in appearance opening 204A, and lays this on said substrate maintenance base 203.

[0024] The substrate maintenance base 203 holding said new processed substrate W is held free [rotation] and free [vertical movement] in bearing 205 by rotation shaft 205B held by magnetic seal 205A, and the space where said rotation shaft 205B moves up and down is sealed by the septum of bellows 206 grade. The contamination to the substrate treatment process to which said space is exhausted by the high vacuum condition rather than said inside container 202 interior, and is performed within said inside container 202 through the exhaust port which omitted illustration is avoided in that case.

[0025] In order to perform this differential pumping certainly, guard ring 203A which consists of quartz glass so that the processed substrate W may be surrounded is prepared in said substrate maintenance base 203. This guard ring 203A controls the conductance between the side-attachment-wall sides of said opening 201D formed so that said substrate maintenance base might be held into said substrate maintenance base 203 and said outside container 201, and when the inside of the space formed with said bellows 206 by this is exhausted to a high vacuum, differential pressure is certainly formed between said inside reaction containers 202.

[0026] As for said opening 201D formed in the pars basilaris ossis occipitalis of said outside container 201, the side-attachment-wall side is covered with quartz liner 201d, and it extends further caudad said quartz liner 201d, and is a wrap about the wall of said substrate conveyance section 204.

[0027] The exhaust air slots 201a and 201b connected to the exhauster, respectively are formed in the pars basilaris ossis occipitalis of said outside container 201 at the both sides of said opening 201D, and said exhaust air slot 201b is exhausted for said exhaust air slot 201a through conduit 207b and conductance bulb 15B through conduit 207a and conductance bulb 15A. In the state of drawing 2 , said conductance bulb 15A is set as an abbreviation closed state, and said conductance bulb 15B is set as the open condition. In order to realize a reliable switching condition, also although said conductance bulbs 15A and 15B are called closed state, they leave whenever [valve-opening / about 3% of] rather than are closed completely.

[0028] Said exhaust air slots 201a and 201b are covered by the liner 208 which consists of quartz glass, and the slit-like openings 209A and 209B are formed in said quartz bottom plate 202A corresponding to said exhaust air slots 201a and 201b. In the example of drawing 2, the straightening vane 209 with which exhaust-port 14A or 14B explained to the openings 209A and 209B of the shape of this slit by drawing 1 was formed is formed in order to promote exhaust air of said inside reaction container 202 interior.

[0029] Furthermore, in said inside reaction container 202, the quartz gas nozzles 13A and 13B are formed, respectively so that said wafer 12 may be separated to said exhaust air slots 201a and 201b and they may be countered. Then, the 1st raw gas introduced from said gas-nozzle 13A flows along the front face of said processed substrate 12, and the inside of said inside reaction container 202 is exhausted through exhaust-port 14A to said conductance bulb 15A which counters. The 2nd raw gas similarly introduced from said gas-nozzle 15B flows along the front face of said processed substrate W, and the inside of said inside reaction container 202 is exhausted through exhaust-port 14B to said conductance bulb 15B which opposes. Thus, the film formation which makes a base unit the molecular layer explained previously is attained by passing the 1st and 2nd raw gas by turns from said gas-nozzle 13A to exhaust-port 14A or from said gas-nozzle 13B to exhaust-port 14B.

[0030] Drawing 3 shows the configuration of quartz bottom plate 202A which constitutes said inside reaction container 202 to a detail.

[0031] With reference to drawing 3, circular opening 202a corresponding to said processed substrate W is formed in said quartz bottom plate 202A, and the openings 209A and 209B corresponding to said exhaust air slots 201a and 201b are formed in the both sides of said opening 202a. Furthermore in the example of drawing 3, the straightening vane 209 which has the slit which constitutes said exhaust-port 14A or 14B corresponding to said openings 209A and 209B is formed. Moreover, corresponding to said gas-nozzle 13A, opening 210b is formed in said quartz bottom plate 202A for opening 210a again corresponding to said gas-nozzle 13B. By forming two or more said opening 210a or 210b in said quartz bottom plate 202A, it becomes possible to prepare two or more said gas-nozzle 13A or 13B in said inside processing container 202.

[0032] In case drawing 4 forms one molecular layer of ZrO₂ film at a time on the processed substrate 12 in drawing 1 and the substrate processor 10 of 2, it is a flow chart which shows the membrane formation process sequence performed under control of said control-device 10A.

[0033] With reference to drawing 4, in the first process 1, said conductance bulbs 15A and 15B are opened wide, and said change bulbs 16A and 16B are controlled so that each supplies the raw gas in raw gas supply line 16a and 16b to a trap 100 through the purge lines 100a and 100b, respectively, the 1st condition, i.e., purge condition. As a result into said quartz reaction container 202, Ar gas in said purge line 23b is supplied for Ar gas in said purge line 23a through the raw gas inlets 13A and 13B again, respectively. Thus, supplied Ar purge gas is discharged by the trap 100 from said exhaust ports 14A and 14B, respectively.

[0034] Next, in a process 2, the opening of said KONDAKU tongue bulb 15A increases, and the opening of conductance bulb 15B decreases. Consequently, in said quartz reaction container 202, the gas stream which flows from said gas inlet 13A to exhaust-port 14A arises.

[0035] Next, in a process 3, said change bulb 16A is changed from said 1st condition to the 2nd condition, and ZrCl₄ gas in said raw gas supply line 16a is introduced as gas stream LF1, as shown in said quartz reaction container 202 from said 1st raw gas inlet 13A at drawing 5. Thus, as explained previously, introduced ZrCl₄ gas-stream LF1 serves as flow which met the substrate, flows the front face of said processed substrate 12, and is discharged from said exhaust-port 14A. In the front face of said processed substrate 12, 1 molecular-layer extent adsorption of ZrCl₄ is carried out by this process. In said process 3, said 2nd change bulb 16B is in said 1st condition, and Ar purge gas in Rhine 23a is introduced into said quartz reaction container 202 from said 2nd raw gas inlet 13B. Consequently, the ZrCl₄ raw gas introduced from said 1st raw gas inlet 13A invades into said 2nd raw gas inlet 13B, and the problem which produces a sludge is not produced.

[0036] Next, in a process 4, said change bulb 16A is returned to the 1st original condition, and

the inside of said reaction container 202 is purged by Ar gas.

[0037] Furthermore, in a process 5, the opening of said KONDAKU tongue bulb 15A decreases, and the opening of conductance bulb 15B increases. Consequently, in said quartz reaction container 202, the gas stream which flows from said gas inlet 13B to exhaust-port 14B arises.

[0038] Next, in a process 6, said change bulb 16B is changed from said 1st condition to the 2nd condition, and the H₂O gas in said raw gas supply line 16b is introduced as gas stream LF2, as shown in said quartz reaction container 202 from said 2nd raw gas inlet 13B at drawing 6. Thus, as explained previously, introduced H₂O gas stream LF2 serves as flow which met the substrate, flows the front face of said processed substrate 12, and is discharged from said exhaust-port 14B. In the front face of said processed substrate 12, ZrCl₄ to which it was sticking previously is hydrolyzed by this process, and ZrO₂ film of about 1 molecular layer thickness is formed of it. In said process 6, said 1st change bulb 16A is in said 1st condition, and Ar purge gas in Rhine 23a is introduced into said quartz reaction container 202 from said 2nd raw gas inlet 13A.

Consequently, the H₂O gas introduced from said 2nd raw gas inlet 13B invades into said 1st raw gas inlet 13A, and the problem which produces a sludge is not produced.

[0039]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in such a membrane formation process, since it is desirable to form the flow to which material gas met the substrate in said quartz reaction container 202, as for gas nozzles 13A and 13B, it has nozzle opening of the shape of a long and slender slit, and exhaust ports 14A and 14B are also formed in the shape of [long and slender] a slit corresponding to this.

[0040] For this reason, although purge gas will be exhausted from said exhaust ports 14A and 14B when purging the reaction container 202 at the process 1 of drawing 4 The conductance of the exhaust ports 14A and 14B of a slit configuration is restricted. For this reason, when being designed so that the substrate processor 10 may treat the substrate of a major diameter, for example, the wafer of the diameter of 30cm, as a processed substrate 12, Even if it opens the conductance valves 15A and 15B fully in a loan, exhausting the reaction container 202 of the large volume will take time amount, and the throughput of substrate processing will fall. On the other hand, when the width of face measured along the opening aspect product, especially gas flow direction of said exhaust ports 14A and 14B is increased in order to raise the effectiveness at the time of exhaust air, the flow of the material gas in said reaction container 202 is confused, and there is a possibility that adsorption of the material gas of one molecular layer cannot be ensured.

[0041] So, in this invention, substrate processing speed improved sharply by providing the device in which the exhaust velocity of a processing room is raised after film growth, attaining the flow which met the substrate at the time of film growth, in order to solve the above-mentioned technical problem.

[0042]

[Means for Solving the Problem] The processing container equipped with the substrate maintenance base holding a processed substrate as this invention indicated the above-mentioned technical problem to claim 1, 1st processing space and 2nd processing space which were formed with the movable separating wall in said processing container, The 1st gas supply system which supplies the 1st raw gas to said 1st processing space, The 2nd gas supply system which supplies the 2nd raw gas to said 1st processing space, The 1st exhaust air system combined with said 1st processing space, and the 2nd exhaust air system combined with said 2nd processing space, It has the drive system to which said movable separating wall is moved between the 1st condition and the 2nd condition. With the substrate processor characterized by separating said 1st processing space and said 2nd processing space in said 1st condition of said movable separating wall, and connecting said 1st processing space and said 2nd processing space in said 2nd condition Or the according to claim 1 substrate processor [which is characterized by said 2nd exhaust air system having exhaust velocity higher than said 1st exhaust air system] or 2nd [said] exhaust air system With the substrate processor according to claim 2 characterized by including a turbo molecular pump Or it has the control system which controls a drive system, and said said the 1st gas supply system and said 2nd gas supply system

further. Said control system sets a drive system, and said said the 1st gas supply system and said 2nd gas supply system in said 1st condition of said movable separating wall. The 1st step at which said 1st raw gas is introduced into said 1st processing space from said 1st gas supply system, The 2nd step which makes said movable separating wall change in said 2nd condition after said 1st step, The 3rd step at which said movable separating wall is made to change in said 1st condition after said 2nd step, and said 2nd raw gas is introduced into said 1st processing space from said 2nd gas supply system, With a substrate processor given in any 1 term among claims 1-3 characterized by controlling said movable separating wall sequentially after said 3rd step to the 4th step which makes said 2nd condition change With or a substrate processor given in any 1 term among claims 1-4 characterized by said movable wall engaging with the covering device of said processing container in said 1st condition Or said the 1st gas supply system and said 2nd gas supply system It connects with the shower head in said 1st processing space. Said 1st and 2nd raw gas A substrate processor given in any 1 term, or said movable wall among claims 1-5 characterized by being introduced from said shower head in said 1st processing space With the substrate processor according to claim 6 characterized by engaging with said some of shower heads in said 1st condition Or the inside of claims 1-7 characterized by the ability of said 1st exhaust air system to form the flow which met said processed substrate in the 1st and 2nd distributed gas which has the adjusting device of conductance and is introduced from said JAWA head, The processing container equipped with the substrate maintenance base holding a substrate processor given in any 1 term, or a processed substrate, 1st processing space and 2nd processing space which were formed with the movable separating wall in said processing container, The 1st gas supply system which supplies the 1st raw gas to said 1st processing space, The 2nd gas supply system which supplies the 2nd raw gas to said 1st processing space, The 1st exhaust air system combined with said 1st processing space, and the 2nd exhaust air system combined with said 2nd processing space, It has the drive system to which said movable separating wall is moved between the 1st condition and the 2nd condition. In said 1st condition of said movable separating wall, said 1st processing space and said 2nd processing space are separated. It is a substrate art using the substrate processor with which said 1st processing space and said 2nd processing space are connected in said 2nd condition. (A) The process which supplies the 1st raw gas from said 1st gas supply system all over said 1st processing space in said 1st condition, and is exhausted from said 1st exhaust air system, (B) After said process (A) and in said 2nd condition said 1st processing space by said 2nd exhaust air system After the process exhausted through said 2nd processing space, and the (C) aforementioned process (B), The process which supplies said 2nd raw gas from said 1st raw gas supply system all over said 1st processing space in said 1st condition, and is exhausted from said 1st exhaust air system, (D) by the substrate art characterized by consisting of a process which exhausts said 1st processing space through said 2nd processing space after said process (C) in said 2nd condition by said 2nd exhaust air system Or it sets to said process (B) and (D). At the substrate art according to claim 9 characterized by carrying out the vacuum purge of said 1st processing space, or said process (A) The raw gas molecular layer which becomes said processed substrate front face from said 1st raw gas molecule adsorbs. At said process (C) By the substrate art according to claim 9 or 10 characterized by for said raw gas molecular layer reacting with said 2nd raw gas, and forming the layer of the thickness of one atomic layer in said processed substrate front face substantially Or after said after [said process (A)] and process (B) front, and said process (C), By the substrate art given in any 1 term among claims 9-11 characterized by including further the process (E) which introduces inert gas in the 1st condition of said movable separating wall before said process (D) in said 1st processing space Or at said process (E), the residual gas in said 1st processing space is solved by the substrate art according to claim 12 characterized by being exhausted by said 2nd exhaust air system through said 2nd processing space with said inert gas.

[0043] the limit of the exhaust velocity by the limited conductance a limit had became a problem in the exhaust air process perform through the exhaust port of a slit configuration like before be solve , and , according to this invention , it become possible to raise the purge rate in the processing container after desired molecular layer growth by have the aforementioned device in

the membrane formation equipment which perform film growth , change material gas by turns . Consequently, it became possible to raise the throughput of substrate processing. One molecular layer is grown up at the time of film growth, maintaining the flow which met the substrate by exhausting the 1st processing space which raises said separating wall and includes said substrate maintenance base by the 1st exhaust air system. Then, by lowering said separating wall and exhausting a processing room by the 2nd exhaust air system with big exhaust velocity, exhaust velocity went up sharply and substrate processing speed improved.

[0044]

[Embodiment of the Invention] [1st example] drawing 7 shows the configuration of the substrate processor 40 by the 1st example of this invention. However, the same reference mark is given to the part explained previously among drawing, and explanation is omitted.

[0045] With reference to drawing 7 , the outside container 41 which consists of aluminum etc. consists of 302 which constitutes the container upper part, and 301 which constitutes the container lower part. Said 301 has crevice 301A in the lower part, and opening 301C to install the disk-like substrate maintenance base 303 in the core is prepared. The separating wall 304 of the shape of a cylinder which can be driven up and down is installed in said 301 partes basilaris ossis occipitalis by the motor of 305, and it has the function to divide processing indoor section 41C into the 1st processing space and the 2nd processing space including a substrate maintenance base. As for said separating wall 304, the airtight of said processing indoor section 41C and the processing outdoor section is maintained by magnetic seal 301D. Furthermore, said separating wall is inserted into said 301 partes basilaris ossis occipitalis, the 1st exhaust air system 307 which has the conductance adjustable bulb 35 is installed in the processing container inside which is a substrate maintenance base side, and, outside, the 2nd exhaust air system 308 which has TMP (turbo molecular pump)306 is formed at them. In the condition in this Fig., said conductance bulb 35 is **** and 41C in a processing container is exhausted through said 2nd exhaust air system 308. Since said TMP304 is installed in said 2nd exhaust air system 308, high exhaust velocity can be taken as compared with the case where it exhausts from said 1st exhaust air system 307.

[0046] Moreover, said processed substrate 12 is carried in from inlet 301B prepared in said side of 301. Inert gas, such as material gas for performing substrate processing and Ar, is supplied through said gas supply lid of 302. at least one or more installed in said processing substrate side of 302 after fully being spread in space 302A which inert gas, such as material gas and Ar, was introduced from 16A and 16B which were connected to said gas supply lid of 302, and was prepared in 302 — a blow of gas is carried out and it is supplied in a processing container from hole 302A (shower head).

[0047] Although this Fig. shows the 2nd condition that the inside of a processing container according to claim 1 is not divided, the 1st condition according to claim 1 at the time of said separating wall 304 going up next, and dividing the inside of a processing container is explained using drawing 8 . However, the same reference mark is given to the part explained previously among drawing, and explanation is omitted.

[0048] With reference to drawing 8 , said separating wall 304 goes up by said motor 305 from the condition of drawing 7 , and the interior of a processing container is divided into 1st processing space 41A including said substrate maintenance base 303, and 2nd processing space 41B. In said this 2nd condition, inert gas, such as material gas and Ar, is supplied to said 1st processing space 41A from said gas supply lid 302. These supplied gas is exhausted by said 1st exhaust air system 307. Moreover, since said conductance bulb of 35 is installed in said 307, it is possible to adjust a flueing rate to a desired value, and it is possible to form the flow which met the required substrate side in the process of film growth.

[2nd example] drawing 9 shows the configuration of the 2nd example of this invention which forms aluminum2O3 film in processed substrate 12 front face in the first half using drawing 7 and the substrate processor 40 of drawing 8 . However, the same reference mark is given to the part explained previously among drawing, and explanation is omitted.

[0049] With reference to drawing 9 , by this example, TMA (trimethylaluminum) is held at said raw material container 20A, and TMA in said raw material container 20A is supplied to said 1st

processing space 41A in said processing container 40 through change bulb 16A and said gas supply lid 302.

[0050] Moreover, control-device 40A which controls a membrane formation process is prepared in the substrate processor 40 of drawing 9, and said control-device 40A is controlling said change bulbs 16A and 16B, conductance bulb 35C, and the motor 305 that carries out the vertical drive of said separating wall 304.

[0051] In addition, in the system of drawing 9, since the feeding system containing raw material container 20C is not used, it is omitting illustration.

[0052] Drawing 10 is a flow chart which shows the substrate treatment process performed using the system of drawing 9.

[0053] With reference to drawing 10, said separating wall 304 descends in the process of step 10, said conductance bulb 35 is in the condition of opening smallness, and the inside of a processing container is exhausted through said 2nd exhaust air system 308.

[0054] Next, said separating wall 304 goes up in step 11, and the inside of a processing container is divided into 1st processing space 41A including said substrate maintenance base 303, and 2nd processing space 41B. H₂O gas is introduced into said 1st processing space 41A from said bulb 16B through said gas supply section 302. Exhaust velocity is adjusted by said conductance bulb 35 so that it may become the flow along the front face of said processed substrate 12, and the introduced H₂O gas is exhausted by said 1st exhaust air system 307. In connection with this, only one molecular layer is adsorbed on said substrate front face in an H₂O molecule. Little Ar gas is supplied from said bulb 16A between said step 11, and it prevents that H₂O gas flows backwards to said bulb 16A side through said gas supply section 302.

[0055] Next, in the process of step 12, said separating wall 304 descends, the opening of the conductance bulb 35 becomes small, said bulbs 16A and 16B will be in a close condition, and the inside of a processing container will be exhausted through said 2nd exhaust air system 308.

[0056] Next, said separating wall 304 goes up in step 13, and the inside of a processing container is divided into 1st processing space 41A including said substrate maintenance base 303, and 2nd processing space 41B. TMA gas is introduced into said 1st processing space 41A from said bulb 16A through said gas supply section 302. Exhaust velocity is adjusted by said conductance bulb 35 so that it may flow along the front face of said processed substrate 12, and the introduced TMA gas is exhausted by said 1st exhaust air system 307. Consequently, aluminum 2O₃ of one molecular layer is formed in the front face of said processed substrate 12. Little Ar gas is supplied from said bulb 16B between said step 13, and it prevents that TMA gas flows backwards to said bulb 16B side through said gas supply section 302.

[0057] By repeating the process of steps 10–13, aluminum 2O₃ of one every molecular layer and high quality can be formed in said processed substrate front face. Moreover, since the very high exhaust velocity in a processing container can be taken in comparison with the conventional approach by using said 2nd exhaust air system 308 in which said TMP306 was installed in this invention, time amount which discharges the residual gas in a processing container in said steps 10 and 12 can be shortened, and it becomes possible to shorten the substrate processing time. Moreover, the purge process in a processing container becomes unnecessary. Furthermore, it is also possible to add the process of the purge in a processing container to the process of said drawing 10, and the residual-gas discharge time amount in a processing container can be further shortened in this case.

[3rd example] drawing 11 is an example at the time of adding the purge process in a processing container to the process of drawing 10. With reference to drawing 11, said separating wall 304 descends in the process of step 20, and said conductance bulb 35 is in the condition of opening smallness. From said bulbs 16A and 16B, Ar gas is supplied through said gas supply section 302, the inside of a processing container is exhausted through said 2nd exhaust air system 308, and the inside of a processing container is purged.

[0058] Next, said separating wall 304 goes up in step 21, and the inside of a processing container is divided into 1st processing space 41A including said substrate maintenance base 303, and 2nd processing space 41B. H₂O gas is introduced into said 1st processing space 41A from said bulb 16B through said gas supply section 302. Exhaust velocity is adjusted by said conductance bulb

35 so that it may flow along the front face of said processed substrate 12, and the introduced H₂O gas is exhausted by said 1st exhaust air system 307. In connection with this, only one molecular layer is adsorbed on said substrate front face in an H₂O molecule. Little Ar gas is supplied from said bulb 16A between said step 11, and it prevents that H₂O gas flows backwards to said bulb 16A side through said gas supply section 302.

[0059] Next, in the process of step 22, said separating wall 304 descends and said conductance bulb 35 is in the condition of opening smallness. From said bulbs 16A and 16B, Ar gas is supplied through said gas supply section 302, the inside of a processing container is exhausted through said 2nd exhaust air system 308, and the inside of a processing container is purged.

[0060] Next, said separating wall 304 goes up in step 23, and the inside of a processing container is divided into 1st processing space 41A including said substrate maintenance base 303, and 2nd processing space 41B. TMA gas is introduced into said 1st processing space 41A from said bulb 16A through said gas supply section 302. Exhaust velocity is adjusted by said conductance bulb 35 so that it may become the flow which met the substrate along the front face of said processed substrate 12 and may flow, and the introduced TMA gas is exhausted by said 1st exhaust air system 307. Consequently, aluminum 2O3 of one molecular layer is formed in the front face of said processed substrate 12. Little Ar gas is supplied from said bulb 16B between said step 23, and it can prevent that TMA gas flows backwards to said bulb 16A side through said gas supply section 302.

[0061] By repeating the process of steps 20–23, aluminum 2O3 of one every molecular layer and high quality can be formed in said processed substrate front face.

The [4th example] In order to aim at the flow rate stability at the time of gas supply in the approach of said drawing 10, as shown in drawing 12, the gas supply approach may be changed again. Drawing 12 is the substrate processor 50 which changed the gas supply approach in the case of drawing 10. However, the same reference mark is given to the part explained previously among drawing, and explanation is omitted. With reference to drawing 12, said change bulb 16A in drawing 10 is transposed to three bulbs, bulb 16Aa, bulb 16Ab, and bulb 16Ac. Said change bulb 16B is similarly transposed to three bulbs, 16Ba(s), 16Bb, and 16Bc. Moreover, control-device 50A which controls a membrane formation process is prepared in the substrate processor 50 of drawing 9, and said control-device 50A is controlling said bulb 16Aa, 16Ab, 16Ac, 16Ba, 16Bb, 16Bc, conductance bulb 35C, and the motor 305 that carries out the vertical drive of said separating wall 304. The flow chart of the substrate treatment process at the time of using the system of drawing 12 for drawing 13 is shown. With reference to drawing 13, in step 30, said separating wall 304 descends first, and the opening of said conductance bulb 35 becomes small. Moreover, said bulb 16Aa, 16Ab, 16Ac, 16Ba, and 16Bb serve as close, and the inside of a processing container is exhausted through said 2nd exhaust air system 308. At this time, said bulb 16Bc serves as open, and H₂O gas is exhausted through said 101b. On the property of a mass flow rate controller, since this has the phenomenon which becomes unstable [a flow rate] at the time of control-of-flow initiation, it is for exhausting the distributed gas in early stages of gas installation. Next, said separating wall 304 goes up in step 31, and the inside of a processing container is divided into 1st processing space 41A including said substrate maintenance base 303, and 2nd processing space 41B. H₂O gas is introduced into said 1st processing space 41A from said bulb 16Bb through said gas supply section 302. Said bulb 16Ab, 16Ac, 16Ba, and 16Bc serve as close. Exhaust velocity is adjusted by said conductance bulb 35 so that it may flow along the front face of said processed substrate 12, and the introduced H₂O gas is exhausted by said 1st exhaust air system 307. In connection with this, only one molecular layer is adsorbed on said substrate front face in an H₂O molecule. Little Ar gas is supplied from said bulb 16Aa between said step 31, and it prevents that H₂O gas flows backwards to the said bulb 16Aa, 16Ab, and 16Ac side through said gas supply section 302. Next, said separating wall 304 descends in step 32, and the opening of said conductance bulb 35 becomes small. Moreover, said bulb 16Aa, 16Ab, 16Ba, 16Bb, and 16Bc serve as close, and the inside of a processing container is exhausted through said 2nd exhaust air system 308. At this time, said bulb 16Ac serves as open, and TMA gas is exhausted through said 101a. On the property of a mass flow rate controller, since this has the phenomenon which becomes unstable [a flow rate] at the time of

control-of-flow initiation, it is for exhausting the distributed gas in early stages of gas installation. Next, said separating wall 304 goes up in step 33, and the inside of a processing container is divided into 1st processing space 41A including said substrate maintenance base 303, and 2nd processing space 41B. TMA gas is introduced into said 1st processing space 41A from said bulb 16Ab through said gas supply section 302. Said bulb 16Aa, 16Ac, 16Bb, and 16Bc serve as close. Exhaust velocity is adjusted by said conductance bulb 35 so that it may flow along the front face of said processed substrate 12, and the introduced TMA gas is exhausted by said 1st exhaust air system 307. In connection with this, only one molecular layer is adsorbed on said substrate front face in $2\text{O}:\text{Aluminum}_3$ molecule. Little Ar gas is supplied from said bulb 16Aa between said step 31, and it prevents that TMA gas flows backwards to the said bulb 16Ba, 16Bb, and 16Bc side through said gas supply section 302. Drawing 14 is drawing showing the residual-gas concentration of the processing container in the drawing 10 step 12, and the residual-gas concentration of the processing container which can set step 22 in drawing 11 as compared with the case where the conventional conductance bulbs 15A and 15B of drawing 2 are used. When the time amount taken for residual-gas concentration to decrease till 5% of the beginning could be managed in 0.16 seconds by the case where there is no purge process in the case of this invention and added the purge process further with reference to drawing 12, it became possible to stop at 0.1 seconds. As compared with the conventional case, this will become 33%, if a purge process is added 53% by the case where he has no purge process, and it turns out that it is possible to raise substrate processing speed.

[Effect of the Invention] the limit of the exhaust velocity by the limited conductance a limit had became a problem in the exhaust air process perform through the exhaust port of a slit configuration like before be solve , and , according to this invention , it become possible to raise the purge rate in the processing container after desired molecular layer growth by have the aforementioned device in the membrane formation equipment which perform film growth , change material gas by turns . Consequently, it became possible to raise the throughput of substrate processing. One molecular layer is grown up at the time of film growth, maintaining the flow which met the substrate by exhausting the 1st processing space which raises said separating wall and includes said substrate maintenance base by the 1st exhaust air system. Then, by lowering said separating wall and exhausting a processing room by the 2nd exhaust air system with big exhaust velocity, exhaust velocity went up sharply and substrate processing speed improved.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the outline of conventional membrane formation equipment.

[Drawing 2] It is drawing showing the configuration of the processing container used with the membrane formation equipment of drawing 1.

[Drawing 3] It is drawing showing some processing containers of drawing 2 in a detail.

[Drawing 4] It is the flow chart which shows the example of the membrane formation process performed using the equipment of drawing 1.

[Drawing 5] It is drawing showing the membrane formation process performed in the processing container of drawing 2.

[Drawing 6] It is another drawing showing the membrane formation process performed in the processing container of drawing 2.

[Drawing 7] It is drawing (the 1) showing the configuration of the processing container used with the membrane formation equipment by the 1st example of this invention.

[Drawing 8] It is drawing (the 2) showing the configuration of the processing container used with the membrane formation equipment by the 1st example of this invention.

[Drawing 9] It is drawing showing the outline of the membrane formation equipment by the 2nd example of this invention.

[Drawing 10] It is the flow chart which shows the membrane formation process by the 2nd example of this invention using the membrane formation equipment of drawing 9.

[Drawing 11] It is the flow chart which shows the membrane formation process by the 3rd example of this invention using the membrane formation equipment of drawing 9.

[Drawing 12] It is drawing showing the outline of the membrane formation equipment by the 4th example of this invention.

[Drawing 13] It is the flow chart which shows the membrane formation process by the 4th example of this invention using the membrane formation equipment of drawing 12.

[Drawing 14] It is drawing showing the operating characteristic of the exhaust air system of this invention.

[Description of Notations]

10, 40, 50 Substrate processor

12 Processed Substrate

13A, 13B, 13C Raw gas inlet

14A, 14B Exhaust port

16A, 16B, 16C Change bulb

15A, 15B, 35 Conductance bulb

10A, 40A, 50A Control unit

11 41 Processing container

41A 1st processing space

41B 2nd processing space

41C The interior of a processing container

11W Quartz aperture

16a The 1st raw gas supply line

16b The 2nd raw gas supply line
16c The 3rd raw gas supply line
17A, 17B, 17C, 21A, 22A, 21B, 22B, 21C, 22C, 16Aa, 16Ab, 16Ac, 16Ba, 16Bb, 16Bc Bulb
18A, 18B, 18C, 23A, 23B Mass flow rate controller
21a, 21b, 21c, 23a, 23b, 23c, 100a, 100b Purge line
20A, 20B, 20C Raw material container
100 Trap
201 Outside Container
201A Cover plate
201D Opening
201a, 201b 201d of exhaust air slots Quartz liner
202 Quartz Reaction Container
202A Quartz bottom plate
202B Quartz covering
203 Maintenance Base
203A Guard ring
204 Substrate Conveyance Section
204A Substrate conveyance opening
204B Conveyance arm
205 Bearing
205A A magnetic seal
205B Rotation shaft
206 Bellows
207a, 207b Conduit
301 Processing Container Upper Part
302 Processing Container Lower Part
301A Processing container crevice
301C Opening
302 Gas Supply Lid
302A The interior of a gas supply lid
302B Carry out a blow of gas and it is a hole.
303 Maintenance Base
304 Separating Wall
305 Motor
306 Turbo Molecular Pump
307 1st Exhaust Air System
308 2nd Exhaust Air System

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-338497

(P2003-338497A)

(43)公開日 平成15年11月28日 (2003.11.28)

(51)Int.Cl.
H 01 L 21/31
21/283
21/316

識別記号

F I
H 01 L 21/31
21/283
21/316

コード*(参考)
B 4 M 1 0 4
B 5 F 0 4 5
X 5 F 0 5 8

審査請求 未請求 請求項の数13 OL (全 15 頁)

(21)出願番号 特願2002-146511(P2002-146511)

(22)出願日 平成14年5月21日 (2002.5.21)

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂五丁目3番6号

(72)発明者 荒見 淳一

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放
送センター 東京エレクトロン株式会社内

(74)代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

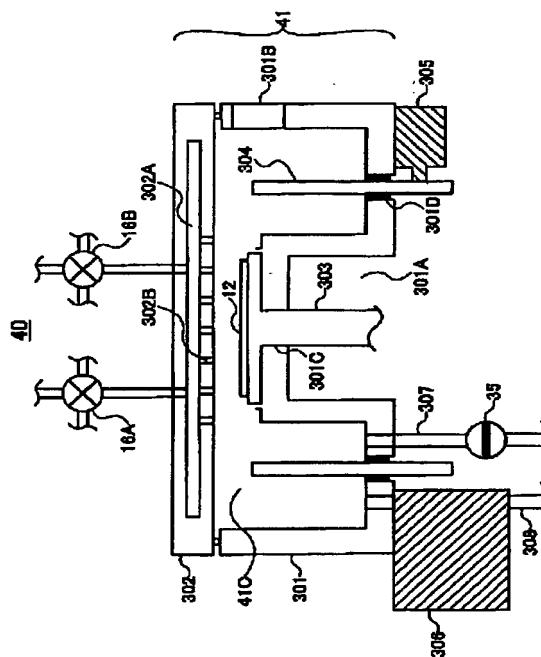
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 基板処理装置および基板処理方法

(57)【要約】

【課題】 排気速度を向上させて、高いスループットで運転可能なALD成膜装置を提供する。

【解決手段】 被処理基板12を保持する基板保持台303を備えた処理容器と、前記処理容器を分割するための可動分割壁304を備えた基板処理装置。前記基板処理装置は、第1の排気系307と、より排気速度の高い第2の排気系308を具備し、これらを使い分けることによって、膜成長時には、必要な供給ガスの被処理基板に沿った流れを維持しつつ、ガス排気時には高いガス排気速度を達成することが可能となり、基板処理速度が大幅に向上した。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理基板を保持する基板保持台を備えた処理容器と、前記処理容器中に、可動分割壁により画成された第1の処理空間と第2の処理空間と、前記第1の処理空間に第1の処理ガスを供給する第1のガス供給系と、前記第1の処理空間に第2の処理ガスを供給する第2のガス供給系と、前記第1の処理空間に結合された第1の排気系と、前記第2の処理空間に結合された第2の排気系と、前記可動分割壁を第1の状態と第2の状態との間で移動させる駆動系を有し、前記可動分割壁の前記第1の状態において前記第1の処理空間と前記第2の処理空間とは分離され、前記第2の状態において前記第1の処理空間と前記第2の処理空間とは連結されることを特徴とする基板処理装置。

【請求項2】 前記第2の排気系は、前記第1の排気系より排気速度が高いことを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。

【請求項3】 前記第2の排気系は、ターボ分子ポンプを含むことを特徴とする請求項2記載の基板処理装置。

【請求項4】 さらに前記駆動系および前記第1のガス供給系と前記第2のガス供給系とを制御する制御系を備え、前記制御系は前記駆動系および前記第1のガス供給系と前記第2のガス供給系とを、前記可動分割壁の前記第1の状態において、前記第1のガス供給系から前記第1の処理ガスが前記第1の処理空間に導入される第1のステップと、前記第1のステップの後、前記可動分割壁を前記第2の状態に遷移させる第2のステップと、前記第2のステップの後、前記可動分割壁を前記第1の状態に遷移させ、前記第2のガス供給系から前記第2の処理ガスが前記第1の処理空間に導入される第3のステップと、前記第3のステップの後、前記可動分割壁を前記第2の状態に遷移させる第4のステップとに順次制御することを特徴とする請求項1～3のうち、いずれか一項記載の基板処理装置。

【請求項5】 前記可動壁は、前記第1の状態において、前記処理容器の蓋部に係合することを特徴とする請求項1～4のうち、いずれか一項記載の基板処理装置。

【請求項6】 前記第1のガス供給系および前記第2のガス供給系は、前記第1の処理空間においてシャワーへッドに接続されており、前記第1および第2の処理ガスは、前記第1の処理空間において前記シャワーへッドから導入されることを特徴とする請求項1から5のうち、いずれか一項記載の基板処理装置。

【請求項7】 前記可動壁は、前記第1の状態において前記シャワーへッドの一部に係合することを特徴とする請求項6記載の基板処理装置。

【請求項8】 前記第1の排気系はコンダクタンスの調

10

20

30

40

50

整装置を有し、前記シャワーへッドから導入される第1および第2の供給ガスを前記被処理基板に沿った流れを形成できることを特徴とする請求項1～7のうち、いずれか一項記載の基板処理装置。

【請求項9】 被処理基板を保持する基板保持台を備えた処理容器と、前記処理容器中に、可動分割壁により画成された第1の処理空間と第2の処理空間と、前記第1の処理空間に第1の処理ガスを供給する第1のガス供給系と、前記第1の処理空間に第2の処理ガスを供給する第2のガス供給系と、前記第1の処理空間に結合された第1の排気系と、前記第2の処理空間に結合された第2の排気系と、前記可動分割壁を第1の状態と第2の状態との間で移動させる駆動系を有し、前記可動分割壁の前記第1の状態において前記第1の処理空間と前記第2の処理空間とは分離され、前記第2の状態において前記第1の処理空間と前記第2の処理空間とは連結される基板処理装置を使った基板処理方法であって、

(A) 前記第1の状態において前記第1の処理空間中に前記第1のガス供給系から第1の処理ガスを供給し、前記第1の排気系から排気する工程と、

(B) 前記工程(A)の後、前記第2の状態において前記第1の処理空間を、前記第2の排気系により、前記第2の処理空間を介して排気する工程と、

(C) 前記工程(B)の後、前記第1の状態において前記第1の処理空間中に前記第1の処理ガス供給系から前記第2の処理ガスを供給し、前記第1の排気系から排気する工程と、

(D) 前記工程(C)の後、前記第2の状態において前記第1の処理空間を、前記第2の排気系により前記第2の処理空間を介して排気する工程と異なることを特徴とする基板処理方法。

【請求項10】 前記工程(B)および(D)においては、前記第1の処理空間は真空バージされることを特徴とする請求項9記載の基板処理方法。

【請求項11】 前記工程(A)では、前記被処理基板表面に、前記第1の処理ガス分子よりなる処理ガス分子層が吸着され、前記工程(C)では、前記処理ガス分子層が前記第2の処理ガスと反応し、前記被処理基板表面に実質的に1原子層の厚さの層が形成されることを特徴とする請求項9または10記載の基板処理方法。

【請求項12】 前記工程(A)の後、前記工程(B)の前と、前記工程(C)の後、前記工程(D)の前に、前記第1の処理空間に、前記可動分割壁の第1の状態において不活性ガスを導入する工程(E)をさらに含むことを特徴とする請求項9～11のうち、いずれか一項記載の基板処理方法。

【請求項13】 前記工程(E)では、前記第1の処理空間中の残留ガスが、前記不活性ガスと共に、前記第2の排気系により、前記第2の処理空間を介して排気されることを特徴とする請求項12記載の基板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体装置に係り、特に高誘電体膜を有する超微細化高速半導体装置の製造に使われる基板処理装置および基板処理方法に関する。【0002】今日の超高速半導体装置では、微細化プロセスの進歩とともに、0.1μm以下でのゲート長が可能になりつつある。一般に微細化とともに半導体装置の動作速度は向上するが、このように非常に微細化された半導体装置では、ゲート絶縁膜の膜厚を、微細化によるゲート長の短縮に伴って、スケーリング則に従って減少させる必要がある。

【0003】しかしゲート長が0.1μmになると、ゲート絶縁膜の厚さも、SiO₂を使った場合、1~2nm、あるいはそれ以下に設定する必要があるが、このように非常に薄いゲート絶縁膜ではトンネル電流が増大し、その結果ゲートリーコンダクタ電流が増大する問題を回避することができない。

【0004】このような事情で従来より、比誘電率がSiO₂膜のものよりもはるかに大きく、このため実際の膜厚が大きくてもSiO₂膜に換算した場合の膜厚が小さいTa₂O₅、Al₂O₃、ZrO₂、HfO₂、ZrSiO₄、HfSiO₄のような高誘電体材料をゲート絶縁膜に対して適用することが提案されている。このような高誘電体材料を使うことにより、ゲート長が0.1μm以下と、非常に微細な超高速半導体装置においても1~2nmあるいはそれ以下の膜厚のゲート絶縁膜を使うことができ、トンネル効果によるゲートリーコンダクタ電流を抑制することができる。

【0005】このような高誘電体ゲート絶縁膜をSi基板上に形成する際には、高誘電体ゲート絶縁膜を構成する金属元素がSi基板中に拡散するのを抑制するために、厚さが1nm以下、典型的には0.8nm以下のSiO₂膜を前記Si基板上にベース酸化膜として形成し、かかる非常に薄いSiO₂ベース酸化膜上に前記高誘電体ゲート絶縁膜を形成する必要がある。その際、前記高誘電体ゲート絶縁膜を、膜中に界面準位などの欠陥が形成されないように形成しなければならない。また、かかる高誘電体ゲート絶縁膜を前記ベース酸化膜上に形成する際に、組成を前記ベース酸化膜に接する側から高誘電体ゲート絶縁膜上正面に向かって、SiO₂を主とする組成から高誘電体を主とする組成に徐々に変化させるのが好ましい。

【0006】高誘電体ゲート絶縁膜を欠陥を含まないよう形成しようとすると、荷電粒子が関与するプラズマプロセスを使うことはできない。例えばかかる高誘電体ゲート絶縁膜をプラズマCVD法で形成すると、膜中にホットキャリアのトラップとして作用する欠陥がプラズマダメージの結果として形成されてしまう。

【0007】一方、かかる高誘電体ゲート絶縁膜を熱C

V D法により形成しようとすると、下地となるベース絶縁膜の性質により、膜厚が大きく変動することが、先に本発明の発明者により見出された。換言すると、かかる高誘電体ゲート絶縁膜を従来のCVD法で形成しようとすると膜表面が不規則になり、かかる表面が不規則なゲート絶縁膜上にゲート電極を形成した場合、半導体装置の動作特性が劣化してしまう。

【0008】

【従来の技術】そこで本発明の発明者は先に、上記の課題を解決すべく、以下に説明する基板処理方法および処理装置を提案した。

【0009】図1は、本発明の発明者が先に提案した処理ガスを交互に供給して成膜プロセスを行う基板処理装置10の構成を示す。このような成膜プロセスは、原子層堆積プロセスあるいはALDプロセスと呼ばれる場合がある。このプロセスでは、被処理基板上に第1の原料ガスと第2の原料ガスとを交互に、被処理基板表面に沿って流れの形で供給し、第1の原料ガス中の原料ガス分子を被処理基板表面に吸着させ、これを第2の原料ガス中の原料ガス分子と反応させることにより1分子層分の厚さの膜を形成する。このプロセスを繰り返すことにより、被処理基板表面にゲート絶縁膜として使用可能な高品質な誘電体膜、特に高誘電体膜が形成される。

【0010】図1を参照するに、前記基板処理装置10は被処理基板12を隔てて互いに対向する処理ガス導入口13Aおよび13Bと、前記被処理基板12を隔てて前記処理ガス導入口13Aおよび13Bにそれぞれ対向する細長いスリット状の排気口14A、14Bとを備えた処理容器11を含み、前記排気口14Aおよび14Bはそれぞれコンダクタンスバルブ15Aおよび15Bを介してトラップ100に接続され、前記処理容器11は前記トラップ100を介して排気される。

【0011】さらに、前記処理容器11には、前記処理ガス導入口13Aに隣接して、別の処理ガス導入口13Cが、前記排気口14Aに対向するように形成されている。

【0012】前記処理ガス導入口13Aは切替バルブ16Aの第1の出口に接続され、前記切替バルブ16Aはバルブ17A、質量流量コントローラ18A、および別のバルブ19Aを含む第1の原料供給ライン16aを介してZrCl₄を保持する原料容器20Aに接続される。さらに、前記第1の原料供給ライン16aに隣接して、バルブ21A、22Aを含み、Ar等の不活性ガスを供給するバージライン21aが設けられる。

【0013】さらに、前記切替バルブ16Aには、Ar等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ23Aおよび24Aを含むバルブバージライン23aが接続され、前記切替バルブ16Aの第2の出口はバージライン100aを介して前記トラップ100に接続される。

【0014】同様に、前記処理ガス導入口13Bは切替バルブ16Bの第1の出口に接続され、前記切替バルブ16Bはバルブ17B、質量流量コントローラ18B、および別のバルブ19Bを含む第1の原料供給ライン16bを介してH₂Oを保持する原料容器20Bに接続される。さらに、前記第1の原料供給ライン16bに隣接して、バルブ21B、22Bを含み、Ar等の不活性ガスを供給するバージライン21bが設けられる。

【0015】さらに、前記切替バルブ16Bには、Ar等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ23Bおよび24Bを含むバルブバージライン23bが接続され、前記切替バルブ16Bの第2の出口はバージライン100bを介して前記トラップ100に接続される。

【0016】さらに前記処理ガス導入口13Cは切替バルブ16Cの第1の出口に接続され、前記切替バルブ16Cはバルブ17C、質量流量コントローラ18C、および別のバルブ19Cを含む第1の原料供給ライン16cを介してSiC1を保持する原料容器20Cに接続される。さらに、前記第1の原料供給ライン16cに隣接して、バルブ21C、22Cを含み、Ar等の不活性ガスを供給するバージライン21cが設けられる。

【0017】さらに、前記切替バルブ16Cには、Ar等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ23Cおよび24Cを含むバルブバージライン23cが接続され、前記切替バルブ16Cの第2の出口はバージライン100cを介して前記トラップ100に接続される。

【0018】また、図1の基板処理装置10には成膜プロセスを制御する制御装置10Aが設けられ、前記制御装置10Aは後ほど図4～図7で説明するように、前記切替バルブ16A～16Cおよびコンダクタンスバルブ15Aおよび15Bを制御する。

【0019】図2は、図1の処理容器11を含む部分の詳細を示す。ただし図2中、図1に対応する部分は同一の参照符号で示されている。

【0020】図2を参照するに、前記処理容器11はA1等よりなる外側容器201と石英ガラスよりなる内側反応容器202とを有し、前記内側反応容器202は、前記外側容器201中に画成され、前記外側容器201の一部を構成するカバーブレート201Aにより覆われる凹部中に収められる。

【0021】前記内側反応容器202は、前記凹部において前記外側容器201の底面を覆う石英底板202Aと、前記凹部において前記石英底板202Aを覆う石英カバー202Bとなり、さらに前記外側容器の底部には、被処理基板Wを保持したディスク状の基板保持台203が収められる円形の開口部201Dが形成されている。前記基板保持台203中には、図示を省略する加熱機構が設けられている。

【0022】前記基板保持台203は前記外側処理容器201の下部に設けられた基板搬送部204により回動自在に、また同時に上下動自在に保持されている。前記基板保持台203は最上位のプロセス位置と最下位の基板出入位置との間を上下動可能に保持されており、前記プロセス位置は、前記保持台203上の被処理基板Wの表面が前記石英底板202Aの表面と略一致するよう決定されている。

【0023】一方、前記基板出入位置は、前記基板搬送部204の側壁面に形成された基板搬入出開口部204Aに対応して設定されており、前記基板保持台203が前記基板出入位置まで下降した場合、前記基板搬入出口204Aから搬送アーム204Bが挿入され、リフタピン（図示せず）により基板保持台203表面から持ち上げられた被処理基板Wを保持して取り出し、次の工程に送る。また、前記搬送アーム204Bは、新たな被処理基板Wを、前記基板搬入出開口部204Aを介して前記基板搬送部204中に導入し、これを前記基板保持台203上に載置する。

【0024】前記新たな被処理基板Wを保持した基板保持台203は、軸受部205中に磁気シール205Aにより保持された回動軸205Bにより回動自在に、また上下動自在に保持されており、前記回動軸205Bが上下動する空間は、ベローズ206等の隔壁により密閉されている。その際、前記空間は図示を省略した排気口を介して前記内側容器202内部よりも高真空中状態に排気され、前記内側容器202内で行われる基板処理プロセスへの汚染が回避される。

【0025】かかる差動排気を確実に行うため、前記基板保持台203には被処理基板Wを囲むように石英ガラスよりなるガードリング203Aが設けられている。かかるガードリング203Aは、前記基板保持台203と前記外側容器201中に前記基板保持台を収容するように形成された前記開口部201Dの側壁面との間のコンダクタンスを抑制し、これにより前記ベローズ206で画成された空間内を高真空中に排気した場合に前記内側反応容器202との間に差圧が確実に形成される。

【0026】前記外側容器201の底部に形成された前記開口部201Dは、側壁面が石英ライナー201dにより覆われており、前記石英ライナー201dはさらに下方に延在して前記基板搬送部204の内壁を覆う。

【0027】前記外側容器201の底部には、前記開口部201Dの両側にそれぞれ排気装置に接続された排気溝部201aおよび201bが形成されており、前記排気溝部201aは導管207aおよびコンダクタンスバルブ15Aを介して、また前記排気溝部201bは導管207bおよびコンダクタンスバルブ15Bを介して排気される。図2の状態では、前記コンダクタンスバルブ15Aが略閉状態に、また前記コンダクタンスバルブ15Bが開状態に設定されている。前記コンダクタンスバ

ルブ15A, 15Bは、信頼性の高い閉鎖状態を実現するため、閉状態といえども完全に閉鎖するのではなく3%程度の弁開度を残しておく。

【0028】前記排気溝部201aおよび201bは石英ガラスよりなるライナー208により覆われており、前記排気溝部201a, 201bに対応してスリット状の開口部209A, 209Bが前記石英底板202Aに形成される。図2の実施例では、かかるスリット状の開口部209A, 209Bに、図1で説明した排気口14Aあるいは14Bが形成された整流板209が、前記内側反応容器202内部の排気を促進する目的で形成されている。

【0029】さらに前記内側反応容器202内には、石英ガスノズル13Aおよび13Bが、それぞれ前記排気溝部201aおよび201bに、前記ウェハ12を隔てて対向するように設けられている。そこで前記ガスノズル13Aから導入された第1の処理ガスは、前記内側反応容器202内を前記被処理基板12の表面に沿って流れ、対向する排気口14Aから前記コンダクタンスバルブ15Aを介して排気される。同様に前記ガスノズル15Bから導入された第2の処理ガスは、前記内側反応容器202内を前記被処理基板Wの表面に沿って流れ、対抗する排気口14Bから前記コンダクタンスバルブ15Bを介して排気される。このように第1および第2の処理ガスを交互に前記ガスノズル13Aから排気口14Aへと、あるいは前記ガスノズル13Bから排気口14Bへと流すことにより、先に説明した分子層を基本単位とする膜形成が可能になる。

【0030】図3は、前記内側反応容器202を構成する石英底板202Aの構成を詳細に示す。

【0031】図3を参照するに、前記石英底板202Aには前記被処理基板Wに対応した円形の開口部202aが形成されており、前記開口部202aの両側には、前記排気溝部201a, 201bに対応した開口部209Aおよび209Bが形成されている。さらに図3の例では、前記開口部209A, 209Bに対応して前記排気口14Aあるいは14Bを構成するスリットを有する整流板209が設けられている。また前記石英底板202Aには、前記ガスノズル13Aに対応して開口部210aが、また前記ガスノズル13Bに対応して開口部210bが形成されている。前記石英底板202Aに前記開口部210aあるいは210bを複数個形成することにより、前記内側処理容器202内に前記ガスノズル13Aあるいは13Bを複数個設けることが可能になる。

【0032】図4は、図1, 2の基板処理装置10において被処理基板12上にZrO_x膜を1分子層ずつ形成する際に、前記制御装置10Aの制御の下に実行される成膜プロセスシーケンスを示すフローチャートである。

【0033】図4を参照するに、最初の工程1において、前記コンダクタンスバルブ15A, 15Bは開放さ

れ、前記切替バルブ16Aおよび16Bは、いずれも処理ガス供給ライン16a, 16b中の処理ガスをそれぞれバージライン100aおよび100bを介してトラップ100に供給するように第1の状態、すなわちバージ状態に制御される。その結果前記石英反応容器202中には前記バージライン23a中のArガスが、また前記バージライン23b中のArガスが、それぞれ処理ガス導入口13Aおよび13Bを介して供給される。このようにして供給されたArバージガスは、それぞれ前記排気口14Aおよび14Bからトラップ100に排出される。

【0034】次に工程2において、前記コンダクタンスバルブ15Aの開度が増大され、コンダクタンスバルブ15Bの開度が減少される。その結果、前記石英反応容器202中には、前記ガス導入口13Aから排気口14Aに流れるガス流が生じる。

【0035】次に工程3において前記切替バルブ16Aが前記第1の状態から第2の状態に切り替えられ、前記処理ガス供給ライン16a中のZrC1ガスが前記第2の処理ガス導入口13Aから前記石英反応容器202中に、図5に示すようにガス流LF₁として導入される。このようにして導入されたZrC1ガス流LF₁は先に説明したように、基板に沿った流れとなって前記被処理基板12の表面を流れ、前記排気口14Aより排出される。かかる工程により、前記被処理基板12の表面にはZrC1が1分子層程度吸着される。前記工程3においては、前記第2の切替バルブ16Bは前記第1の状態にあり、ライン23a中のArバージガスが前記第2の処理ガス導入口13Bから前記石英反応容器202中に導入される。その結果、前記第1の処理ガス導入口13Aから導入されたZrC1処理ガスが前記第2の処理ガス導入口13Bに侵入し、析出物を生じる問題は生じない。

【0036】次に工程4において前記切替バルブ16Aが元の第1の状態に戻され、前記反応容器202中がArガスによりバージされる。

【0037】さらに工程5において、前記コンダクタンスバルブ15Aの開度が減少され、コンダクタンスバルブ15Bの開度が増大される。その結果、前記石英反応容器202中には、前記ガス導入口13Bから排気口14Bに流れるガス流が生じる。

【0038】次に工程6において前記切替バルブ16Bが前記第1の状態から第2の状態に切り替えられ、前記処理ガス供給ライン16b中のH₂Oガスが前記第2の処理ガス導入口13Bから前記石英反応容器202中に、図6に示すようにガス流LF₂として導入される。このようにして導入されたH₂Oガス流LF₂は先に説明したように、基板に沿った流れとなって前記被処理基板12の表面を流れ、前記排気口14Bより排出される。かかる工程により、前記被処理基板12の表面において

て、先に吸着していたZrC₁が加水分解され、約1分子層厚さのZrO₁膜が形成される。前記工程6においては、前記第1の切替バルブ16Aは前記第1の状態にあり、ライン23a中のArバージガスが前記第2の処理ガス導入口13Aから前記石英反応容器202中に導入される。その結果、前記第2の処理ガス導入口13Bから導入されたH₂Oガスが前記第1の処理ガス導入口13Aに侵入し、析出物を生じる問題は生じない。

【0039】

【発明が解決しようとする課題】ところでこのような成膜プロセスでは、前記石英反応容器202内に原料ガスが基板に沿った流れを形成するのが好ましいため、ガスノズル13A、13Bは細長いスリット状のノズル開口部を有し、これに対応して排気口14A、14Bも細長いスリット状に形成されている。

【0040】このため、図4の工程1で反応容器202をバージする場合、バージガスは前記排気口14Aおよび14Bから排気されることになるが、スリット形状の排気口14A、14Bのコンダクタンスは限られており、このため基板処理装置10が被処理基板12として大径の基板、例えば30cm径のウェハを扱うように設計されたものである場合、かりにコンダクタンス弁15Aおよび15Bを全開しても大容積の反応容器202を排気するのに時間がかかり、基板処理のスループットが低下してしまう。一方、排気時の効率を向上させるべく、前記排気口14A、14Bの開口部面積、特にガス流れ方向に沿って測った幅を増大させると、前記反応容器202中における原料ガスの流れが乱れてしまい、1分子層の原料ガスの吸着を確実に行うことができないおそれがある。

【0041】そこで本発明では上記の課題を解決するために、膜成長時の基板に沿った流れを達成しつつ、膜成長後においては処理室の排気速度を上昇させる機構を具備することにより、基板処理速度が大幅に向上了した。

【0042】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の課題を、請求項1に記載したように、被処理基板を保持する基板保持台を備えた処理容器と、前記処理容器中に、可動分割壁により画成された第1の処理空間と第2の処理空間と、前記第1の処理空間に第1の処理ガスを供給する第1のガス供給系と、前記第1の処理空間に第2の処理ガスを供給する第2のガス供給系と、前記第1の処理空間に結合された第1の排気系と、前記第2の処理空間に結合された第2の排気系と、前記可動分割壁を第1の状態と第2の状態との間で移動させる駆動系を有し、前記可動分割壁の前記第1の状態において前記第1の処理空間と前記第2の処理空間とは分離され、前記第2の状態において前記第1の処理空間と前記第2の処理空間とは連結されることを特徴とする基板処理装置により、または前記第2の排気系は、前記第1の排気系より排気速度が

高いことを特徴とする請求項1記載の基板処理装置により、または前記第2の排気系は、ターボ分子ポンプを含むことを特徴とする請求項2記載の基板処理装置により、またはさらに前記駆動系および前記第1のガス供給系と前記第2のガス供給系とを制御する制御系を備え、前記制御系は前記駆動系および前記第1のガス供給系と前記第2のガス供給系とを、前記可動分割壁の前記第1の状態において、前記第1のガス供給系から前記第1の処理ガスが前記第1の処理空間に導入される第1のステップと、前記第1のステップの後、前記可動分割壁を前記第2の状態に遷移させる第2のステップと、前記第2のステップの後、前記可動分割壁を前記第1の状態に遷移させ、前記第2のガス供給系から前記第2の処理ガスが前記第1の処理空間に導入される第3のステップと、前記第3のステップの後、前記可動分割壁を前記第2の状態に遷移させる第4のステップとに順次制御することを特徴とする請求項1～3のうち、いずれか一項記載の基板処理装置により、または前記可動壁は、前記第1の状態において、前記処理容器の蓋部に係合することを特徴とする請求項1～4のうち、いずれか一項記載の基板処理装置により、または前記第1のガス供給系および前記第2のガス供給系は、前記第1の処理空間においてシャワーへッドに接続されており、前記第1および第2の処理ガスは、前記第1の処理空間において前記シャワーへッドから導入されることを特徴とする請求項1から5のうち、いずれか一項記載の基板処理装置により、または前記可動壁は、前記第1の状態において前記シャワーへッドの一部に係合することを特徴とする請求項6記載の基板処理装置により、または前記第1の排気系はコンダクタンスの調整装置を有し、前記シャワーへッドから導入される第1および第2の供給ガスを前記被処理基板に沿った流れを形成できることを特徴とする請求項1～7のうち、いずれか一項記載の基板処理装置により、または被処理基板を保持する基板保持台を備えた処理容器と、前記処理容器中に、可動分割壁により画成された第1の処理空間と第2の処理空間と、前記第1の処理ガスを供給する第1のガス供給系と、前記第2の処理ガスを供給する第2のガス供給系と、前記第1の処理空間に第1の排気系と、前記第2の処理空間に結合された第2の排気系と、前記可動分割壁を第1の状態と第2の状態との間で移動させる駆動系を有し、前記可動分割壁の前記第1の状態において前記第1の処理空間と前記第2の処理空間とは分離され、前記第2の状態において前記第1の処理空間と前記第2の処理空間とは連結される基板処理装置を使った基板処理方法であって、(A)前記第1の状態において前記第1の処理空間中に前記第1のガス供給系から第1の処理ガスを供給し、前記第1の排気系から排気する工程と、(B)前記工程(A)の後、前記第2の状態において前記第1の処理空間を、前記第2の排気

系により、前記第2の処理空間を介して排気する工程と、(C)前記工程(B)の後、前記第1の状態において前記第1の処理空間中に前記第1の処理ガス供給系から前記第2の処理ガスを供給し、前記第1の排気系から排気する工程と、(D)前記工程(C)の後、前記第2の状態において前記第1の処理空間を、前記第2の排気系により前記第2の処理空間を介して排気する工程とよりなることを特徴とする基板処理方法により、または前記工程(B)および(D)においては、前記第1の処理空間は真空バージされることを特徴とする請求項9記載の基板処理方法により、または前記工程(A)では、前記被処理基板表面に、前記第1の処理ガス分子よりも処理ガス分子層が吸着され、前記工程(C)では、前記被処理基板表面に実質的に1原子層の厚さの層が形成されることを特徴とする請求項9または10記載の基板処理方法により、または前記工程(A)の後、前記工程(B)の前と、前記工程(C)の後、前記工程(D)の前に、前記第1の処理空間に、前記可動分割壁の第1の状態において不活性ガスを導入する工程(E)をさらに含むことを特徴とする請求項9～11のうち、いずれか一項記載の基板処理方法により、または前記工程(E)では、前記第1の処理空間中の残留ガスが、前記不活性ガスと共に、前記第2の排気系により、前記第2の処理空間を介して排気されることを特徴とする請求項12記載の基板処理方法により、解決する。

【0043】本発明によれば、原料ガスを交互に切り替えながら膜成長を行う成膜装置において、前記の機構を有することにより、従来のようなスリット形状の排気口を介して行う排気工程において問題となっていた、限られたコンダクタンスによる排気速度の制限が解消し、所望の分子層成長後における処理容器内のバージ速度を向上させることができる。その結果、基板処理のスループットを向上させることができた。膜成長時は前記分割壁を上げて前記基板保持台を含む第1の処理空間を、第1の排気系で排気することにより基板に沿った流れを維持しながら1分子層の成長を行う。その後、前記分割壁を下げて排気速度の大きな第2の排気系で処理室を排気することにより排気速度が大幅に上昇し、基板処理速度が向上した。

【0044】

【発明の実施の形態】【第1実施例】図7は、本発明の第1実施例による基板処理装置40の構成を示す。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0045】図7を参照するに、A1等よりも外側容器41は、容器上部を構成する302と、容器下部を構成する301からなる。前記301は、下部に凹部301Aを有し、その中心にディスク状の基板保持台303が設置されるための開口部301Cが設けられている。

前記301底部には、305のモータにより上下に駆動が可能な円筒状の分割壁304が設置されており、処理室内部41Cを基板保持台を含む第1の処理空間と第2の処理空間に分割する機能を有する。前記分割壁304は磁気シール301Dにより、前記処理室内部41Cと処理室外との気密が保たれている。さらに前記301底部には、前記分割壁をはさんで、基板保持台側である処理容器内側にコンダクタンス可変バルブ35を有する第1の排気系307が設置され、外側には、TMP(ターボ分子ポンプ)306を有する第2の排気系308が設けられている。本図中の状態では前記コンダクタンスバルブ35が閉鎖であり、処理容器内41Cは、前記第2の排気系308を通して排気される。前記第2の排気系308には前記TMP304が設置されているため、前記第1の排気系307から排気する場合に比較して排気速度を高くとることができる。

【0046】また前記被処理基板12は前記301の側方に設けられた導入口301Bより搬入される。基板処理を行うための原料ガスおよびArなどの不活性ガスは、前記302のガス供給蓋を通して供給される。前記302のガス供給蓋に接続された16Aおよび16Bより原料ガスおよびArなどの不活性ガスが導入され、302内に設けられた空間302Aにおいて十分に拡散した後、前記302の処理基板側に設置された少なくとも一つ以上のガス噴出し穴302A(シャワー・ヘッド)により処理容器内に供給される。

【0047】本図では、請求項1記載の処理容器内が分割されていない第2の状態を示しているが、次に前記分割壁304が上昇して処理容器内を分割した場合の、請求項1記載の第1の状態について図8を用いて説明する。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0048】図8を参照するに、図7の状態より前記分割壁304が前記モータ305によって上昇し、処理容器内部を前記基板保持台303を含む第1の処理空間41Aと、第2の処理空間41Bに分割している。この前記第2の状態において、前記ガス供給蓋302より原料ガスおよびArなどの不活性ガスが前記第1の処理空間41Aに供給される。これらの供給されたガスは、前記第1の排気系307で排気される。また、前記307には前記35のコンダクタンスバルブが設置されているため、ガス排気速度を所望の値に調節することが可能であり、膜成長の過程において必要な基板面に沿った流れを形成することができる。

【第2実施例】図9は、図7および図8の基板処理装置40を使って前期被処理基板12表面にA1,O膜を形成する本発明の第2実施例の構成を示す。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0049】図9を参照するに、本実施例では前記原料

13

容器20AにTMA(トリメチルアルミニウム)が保持され、前記原料容器20A中のTMAは切り替えバルブ16Aおよび前記ガス供給部302を通して前記処理容器40中の前記第1の処理空間41Aに供給される。

【0050】また、図9の基板処理装置40には成膜プロセスを制御する制御装置40Aが設けられ、前記制御装置40Aは前記切り替えバルブ16A、16B、コンダクタンスバルブ35C、および前記分割壁304を上下駆動させるモータ305を制御している。

【0051】なお、図9のシステムでは、原料容器20Cを含む原料供給系は使われないため、図示を省略している。

【0052】図10は、図9のシステムを使って行われる基板処理プロセスを示すフローチャートである。

【0053】図10を参照するに、ステップ10の工程において前記分割壁304が下降して前記コンダクタンスバルブ35は開度小の状態になり、処理容器内は前記第2の排気系308を通して排気される。

【0054】次にステップ11において前記分割壁304が上昇し、処理容器内を前記基板保持台303を含む第1の処理空間41Aと、第2の処理空間41Bに分割する。前記ガス供給部302を通して前記バルブ16BよりH₂Oガスが前記第1の処理空間41Aに導入される。導入されたH₂Oガスは前記被処理基板12の表面に沿った流れとなるよう前記コンダクタンスバルブ35で排気速度が調整され、前記第1の排気系307によって排気される。これに伴い、H₂O分子が前記基板表面に、1分子層だけ吸着される。前記ステップ11の間、前記バルブ16Aから少量のArガスが供給され、H₂Oガスが前記ガス供給部302を通して前記バルブ16A側に逆流することを防止する。

【0055】次にステップ12の工程において、前記分割壁304が下降し、コンダクタンスバルブ35の開度が小さくなり、前記バルブ16A、16Bは閉の状態となり、処理容器内は前記第2の排気系308を通して排気される。

【0056】次にステップ13において前記分割壁304が上昇し、処理容器内を前記基板保持台303を含む第1の処理空間41Aと、第2の処理空間41Bに分割する。前記ガス供給部302を通して前記バルブ16AよりTMAガスが前記第1の処理空間41Aに導入される。導入されたTMAガスは前記被処理基板12の表面に沿って流れよう前記コンダクタンスバルブ35で排気速度が調整され、前記第1の排気系307によって排気される。その結果、前記被処理基板12の表面には、1分子層のAl₂O₃が形成される。前記ステップ13の間、前記バルブ16Bから少量のArガスが供給され、TMAガスが前記ガス供給部302を通して前記バルブ16B側に逆流することを防止する。

【0057】ステップ10～13の工程を繰り返すこと

10

20

30

40

50

14

により、前記被処理基板表面に1分子層ずつ、高品質のAl₂O₃を形成することができる。また、従来方法と比較した場合、本発明においては前記TMP306が設置された前記第2の排気系308を用いることにより、処理容器内の排気速度を非常に高くとることができるために、前記ステップ10、12において処理容器内の残留ガスを排出する時間を短くすることができ、基板処理時間を短縮することができる。また、処理容器内のバージ工程が不要となる。更に前記図10の工程に処理容器内のバージの工程を付加することも可能であり、この場合更に処理容器内の残留ガス排出時間を短縮することができる。

【第3実施例】図11は、図10の工程に、処理容器内のバージ工程を付加した場合の例である。図11を参照するに、ステップ20の工程において前記分割壁304が下降して前記コンダクタンスバルブ35は開度小の状態にある。前記バルブ16Aおよび16Bからは前記ガス供給部302を通してArガスが供給され、処理容器内は前記第2の排気系308を通して排気され、処理容器内はバージされる。

【0058】次にステップ21において前記分割壁304が上昇し、処理容器内を前記基板保持台303を含む第1の処理空間41Aと、第2の処理空間41Bに分割する。前記ガス供給部302を通して前記バルブ16BよりH₂Oガスが前記第1の処理空間41Aに導入される。導入されたH₂Oガスは前記被処理基板12の表面に沿って流れよう前記コンダクタンスバルブ35で排気速度が調整され、前記第1の排気系307によって排気される。これに伴い、H₂O分子が前記基板表面に、1分子層だけ吸着される。前記ステップ21の間、前記バルブ16Aから少量のArガスが供給され、H₂Oガスが前記ガス供給部302を通して前記バルブ16A側に逆流することを防止する。

【0059】次にステップ22の工程において、前記分割壁304が下降して前記コンダクタンスバルブ35は開度小の状態にある。前記バルブ16Aおよび16Bからは前記ガス供給部302を通してArガスが供給され、処理容器内は前記第2の排気系308を通して排気され、処理容器内はバージされる。

【0060】次にステップ23において前記分割壁304が上昇し、処理容器内を前記基板保持台303を含む第1の処理空間41Aと、第2の処理空間41Bに分割する。前記ガス供給部302を通して前記バルブ16AよりTMAガスが前記第1の処理空間41Aに導入される。導入されたTMAガスは前記被処理基板12の表面に沿って基板に沿った流れとなって流れよう前記コンダクタンスバルブ35で排気速度が調整され、前記第1の排気系307によって排気される。その結果、前記被処理基板12の表面には、1分子層のAl₂O₃が形成される。前記ステップ23の間、前記バルブ16Bから少

量のArガスが供給され、TMAガスが前記ガス供給部302を通して前記バルブ16A側に逆流することを防止することができる。

【0061】ステップ20～23の工程を繰り返すことにより、前記被処理基板表面に1分子層ずつ、高品質のAl₂O₃を形成することができる。

【第4実施例】また、前記図10の方法において、ガス供給時の流量安定をはかるため、図12に示すようにガス供給方法を変更してもよい。図12は、図10の場合におけるガス供給方法を変更した基板処理装置50である。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。図12を参照するに、図10における前記切り替えバルブ16Aが、バルブ16Aa、バルブ16Ab、バルブ16Acの3つのバルブに置き換えられてる。同様に前記切り替えバルブ16Bが16Ba、16Bb、16Bcの3つのバルブに置き換えられている。また、図9の基板処理装置50には成膜プロセスを制御する制御装置50Aが設けられ、前記制御装置50Aは前記バルブ16Aa、16Ab、16Ac、16Ba、16Bb、16Bc、コンダクタンスバルブ35C、および前記分割壁304を上下駆動させるモータ305を制御している。図13に、図12のシステムを用いた場合の基板処理プロセスのフローチャートを示す。図13を参照するに、まずステップ30において前記分割壁304が下降し、前記コンダクタンスバルブ35の開度が小さくなる。また前記バルブ16Aa、16Ab、16Ac、16Ba、16Bbは閉となり、処理容器内は前記第2の排気系308を通して排気される。このとき前記バルブ16Bcは閉となり、H₂Oガスは前記101bを通して排気される。これは質量流量コントローラの特性上、流量制御開始時に流量が不安定となる現象があるため、ガス導入初期の供給ガスを排気するためである。次にステップ31において前記分割壁304が上昇し、処理容器内を前記基板保持台303を含む第1の処理空間41Aと、第2の処理空間41Bに分割する。前記ガス供給部302を通して前記バルブ16BbよりH₂Oガスが前記第1の処理空間41Aに導入される。前記バルブ16Ab、16Ac、16Ba、16Bcは閉となる。導入されたH₂Oガスは前記被処理基板12の表面に沿って流れるよう前記コンダクタンスバルブ35で排気速度が調整され、前記第1の排気系307によって排気される。これに伴い、H₂O分子が前記基板表面に、1分子層だけ吸着される。前記ステップ31の間、前記バルブ16Aaから少量のArガスが供給され、H₂Oガスが前記ガス供給部302を通して前記バルブ16Aa、16Ab、16Ac側に逆流することを防止する。次にステップ32において前記分割壁304が下降し、前記コンダクタンスバルブ35の開度が小さくなる。また前記バルブ16Aa、16Ab、16Ba、16Bb、16Bcは閉となり、処理容器内は

前記第2の排気系308を通して排気される。このとき前記バルブ16Acは閉となり、TMAガスは前記101aを通して排気される。これは質量流量コントローラの特性上、流量制御開始時に流量が不安定となる現象があるため、ガス導入初期の供給ガスを排気するためである。次にステップ33において前記分割壁304が上昇し、処理容器内を前記基板保持台303を含む第1の処理空間41Aと、第2の処理空間41Bに分割する。前記ガス供給部302を通して前記バルブ16AbよりTMAガスが前記第1の処理空間41Aに導入される。前記バルブ16Aa、16Ac、16Bb、16Bcは閉となる。導入されたTMAガスは前記被処理基板12の表面に沿って流れるよう前記コンダクタンスバルブ35で排気速度が調整され、前記第1の排気系307によって排気される。これに伴い、Al₂O₃分子が前記基板表面に、1分子層だけ吸着される。前記ステップ31の間、前記バルブ16Aaから少量のArガスが供給され、TMAガスが前記ガス供給部302を通して前記バルブ16Ba、16Bb、16Bc側に逆流することを防止する。図14は図10ステップ12における処理容器の残留ガス濃度と、図11におけるステップ22における処理容器の残留ガス濃度を、図2の従来のコンダクタンスバルブ15A、15Bを使った場合と比較して示す図である。図12を参照するに、残留ガス濃度が当初の5%まで減少するのに要する時間が、本発明の場合、バージ工程がない場合で0.16秒で済み、さらにバージ工程を付加すると0.1秒に抑えることが可能となった。これは従来の場合に比較して、バージ工程なしの場合で53%、バージ工程を付加すると33%となり、基板処理速度を向上させることが可能であることがわかる。

【発明の効果】本発明によれば、原料ガスを交互に切り替えながら膜成長を行う成膜装置において、前記の機構を有することにより、従来のようなスリット形状の排気口を介して行う排気工程において問題となっていた、限られたコンダクタンスによる排気速度の制限が解消し、所望の分子層成長後における処理容器内のバージ速度を向上させることができになる。その結果、基板処理のスループットを向上させることができた。膜成長時は前記分割壁を上げて前記基板保持台を含む第1の処理空間を、第1の排気系で排気することにより基板に沿った流れを維持しながら1分子層の成長を行う。その後、前記分割壁を下げて排気速度の大きな第2の排気系で処理室を排気することにより排気速度が大幅に上昇し、基板処理速度が向上した。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の成膜装置の概要を示す図である。

【図2】図1の成膜装置で使われる処理容器の構成を示す図である。

【図3】図2の処理容器の一部を詳細に示す図である。

【図4】図1の装置を使って実行される成膜プロセスの例を示すフローチャートである。

【図5】図2の処理容器内で行われる成膜プロセスを示す図である。

【図6】図2の処理容器内で行われる成膜プロセスを示す別の図である。

【図7】本発明の第1実施例による成膜装置で使われる処理容器の構成を示す図(その1)である。

【図8】本発明の第1実施例による成膜装置で使われる処理容器の構成を示す図(その2)である。

【図9】本発明の第2実施例による成膜装置の概要を示す図である。

【図10】図9の成膜装置を使った本発明の第2実施例による成膜プロセスを示すフローチャートである。

【図11】図9の成膜装置を使った本発明の第3実施例による成膜プロセスを示すフローチャートである。

【図12】本発明の第4実施例による成膜装置の概要を示す図である。

【図13】図12の成膜装置を使った本発明の第4実施例による成膜プロセスを示すフローチャートである。

【図14】本発明の排気系の動作特性を示す図である。

【符号の説明】

10, 40, 50 基板処理装置

12 被処理基板

13A, 13B, 13C 処理ガス導入口

14A, 14B 排気口

16A, 16B, 16C 切替バルブ

15A, 15B, 35 コンダクタンスバルブ

10A, 40A, 50A 制御装置

11, 41 処理容器

41A 第1の処理空間

41B 第2の処理空間

41C 処理容器内部

11W 石英窓

16a 第1の処理ガス供給ライン

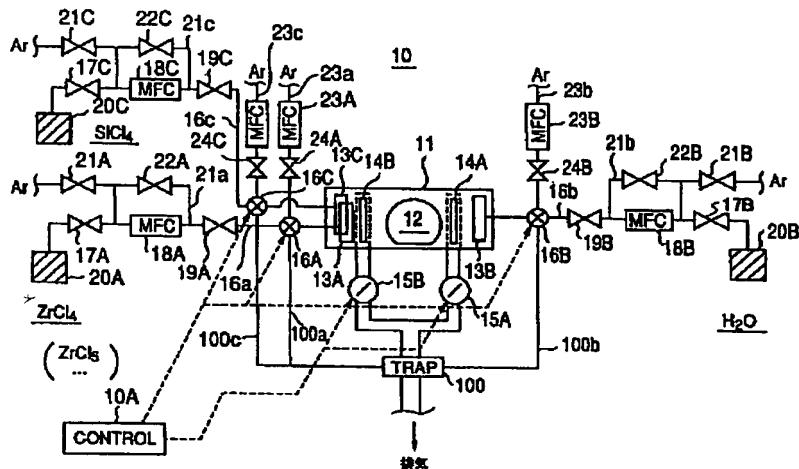
16b 第2の処理ガス供給ライン

16c 第3の処理ガス供給ライン

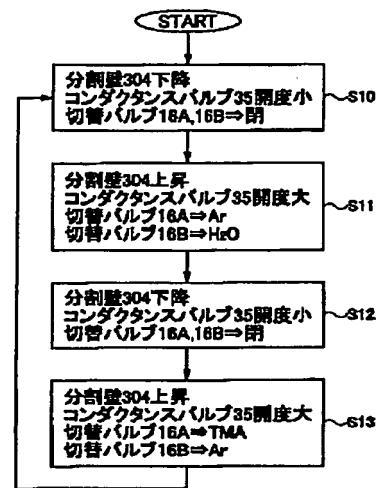
17A, 17B, 17C, 21A, 22A, 21B, 22B, 21C, 22C, 16Aa, 16Ab, 16A

c, 16Ba, 16Bb, 16Bc バルブ
18A, 18B, 18C, 23A, 23B 質量流量コントローラ
21a, 21b, 21c, 23a, 23b, 23c, 100a, 100b バージライン
20A, 20B, 20C 原料容器
100 トラップ
201 外側容器
201A カバープレート
201D 開口部
201a, 201b 排気溝部
201d 石英ライナー
202 石英反応容器
202A 石英底板
202B 石英カバー
203 保持台
203A ガードリング
204 基板搬送部
204A 基板搬送口
204B 搬送アーム
205 軸受部
205A 磁気シール
205B 回動軸
206 ベローズ
207a, 207b 導管
301 処理容器上部
302 処理容器下部
301A 処理容器凹部
301C 開口部
302 ガス供給蓋
302A ガス供給蓋内部
302B ガス噴出し穴
303 保持台
304 分割壁
305 モータ
306 ターボ分子ポンプ
307 第1の排気系
308 第2の排気系

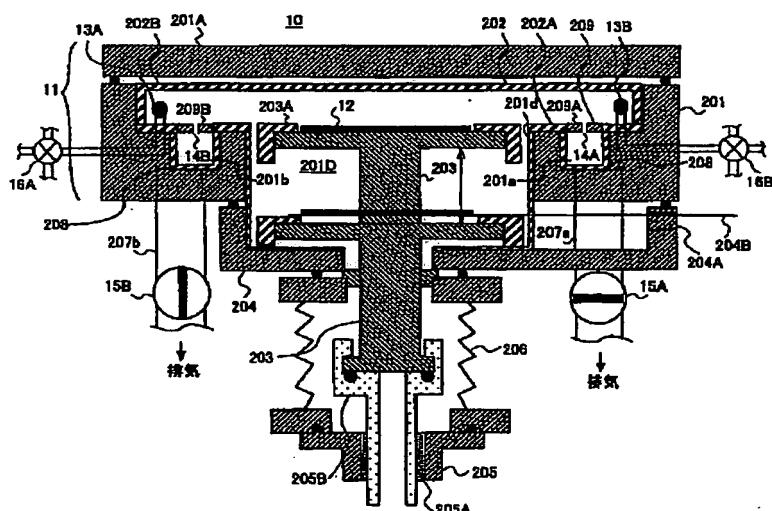
【図1】



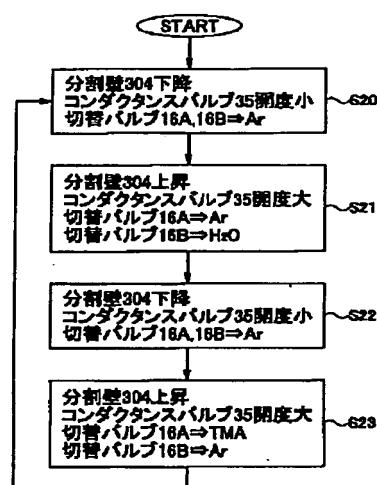
【図10】



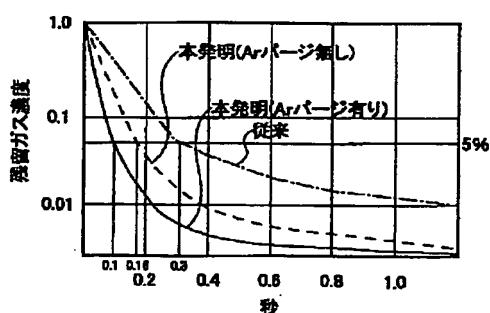
【図2】



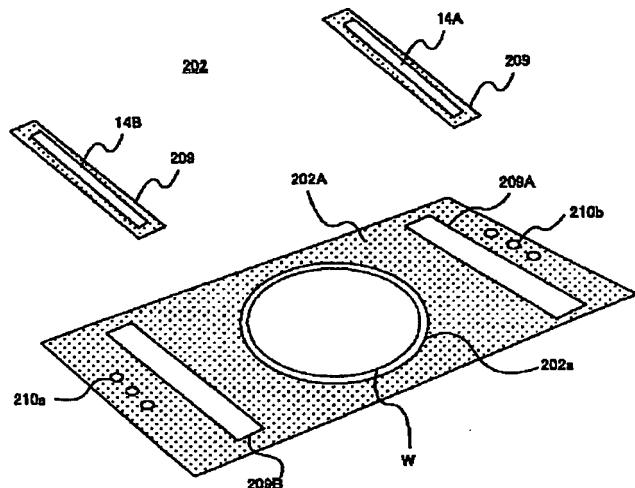
【図11】



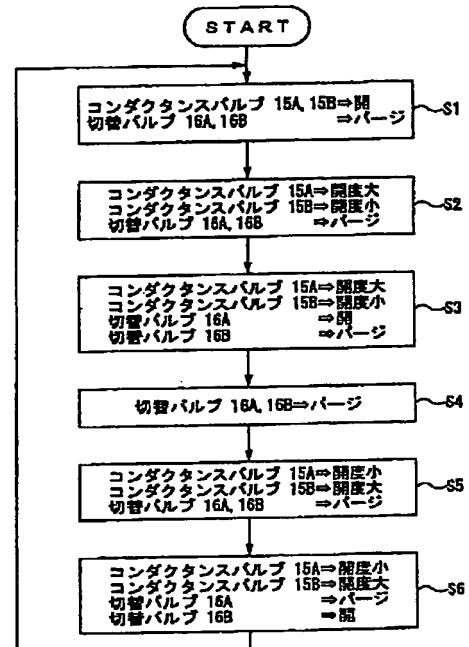
【図14】



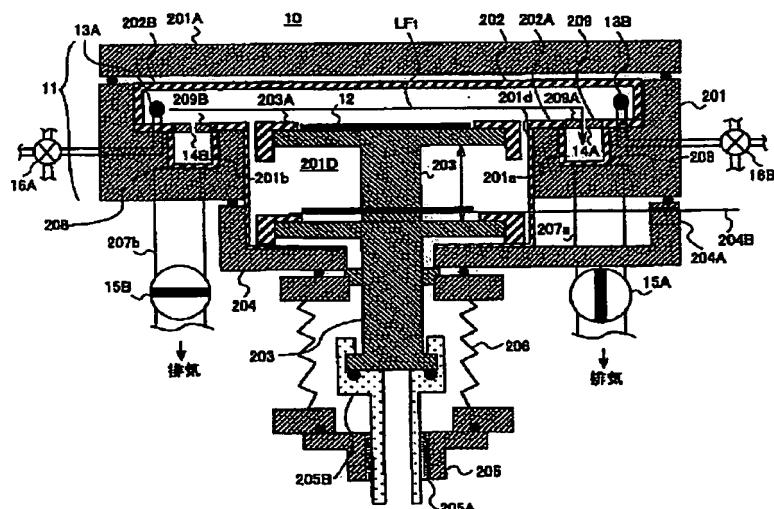
〔図3〕



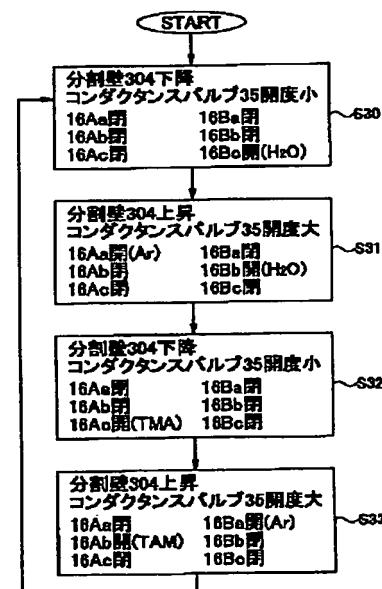
【図4】



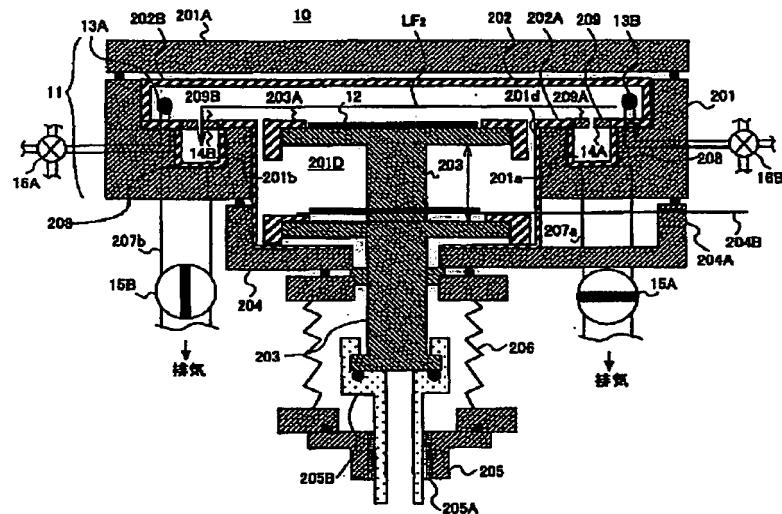
[図5]



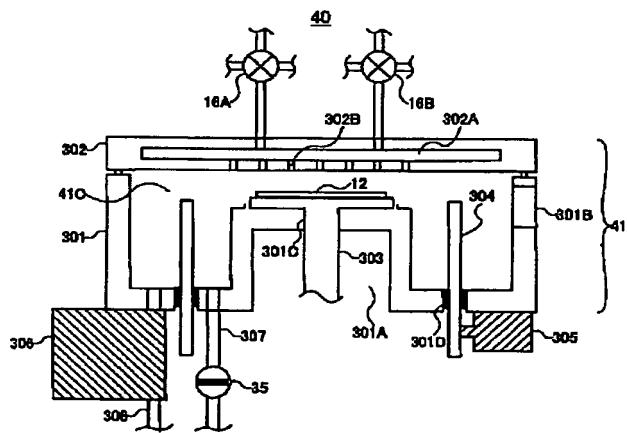
[図13]



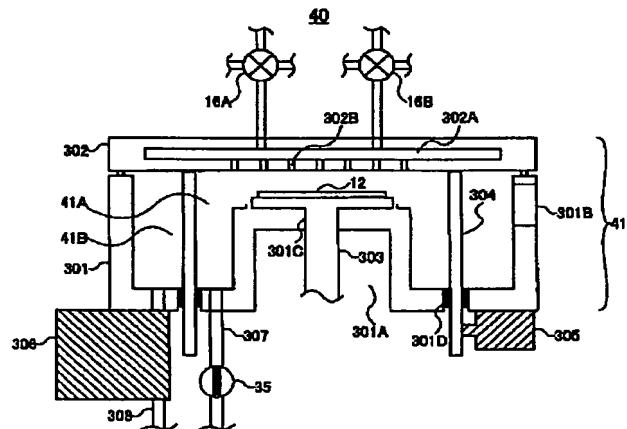
[図6]



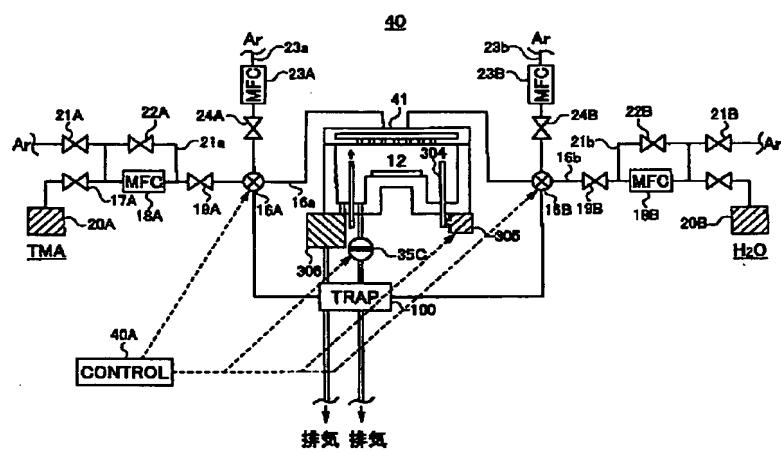
【図7】



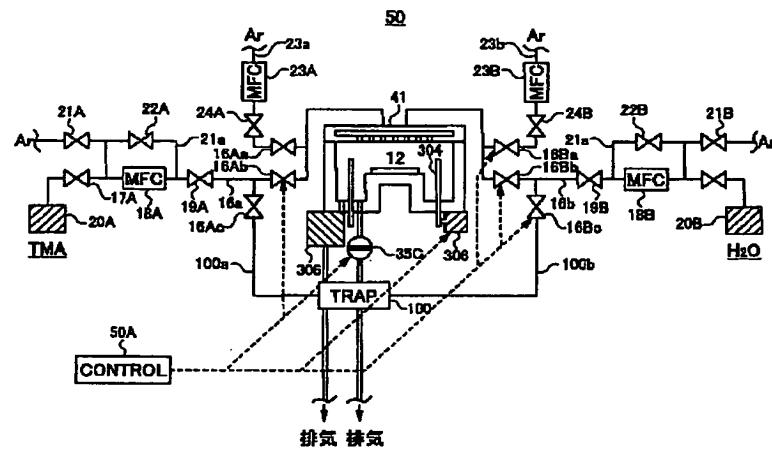
【図8】



【図9】



【図12】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4M104 CC05 EE03 EE16 GG09 GG10
GG14
5F045 AA04 AB31 AC08 AC16 BB01
BB04 BB08 CA05 DP03 EB02
EB12 EE04 EE14 EF05 EF20
EG02 EG03 EG05 EG08
5F058 BC03 BD02 BF06 BF22 BF29
BG01 BG02 BG04 BJ04 BJ10